

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Administración de Agronegocios
Ingeniería en Administración de Agronegocios



Proyecto Especial de Graduación
**Estudio comparativo en relación de costos de producción y crecimiento
de larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*) entre artemias eclosionada
y artemia procesadas en Pacifilab S.A., Santa Elena, Ecuador.**

Estudiante

Dante Javier Verdaguer Bravo

Asesores

Wilmer Sánchez PhD.

Rommel Reconco PhD.

Honduras, julio 2025

Autoridades

KEITH L. ANDREW

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

RAUL SOTO

Director del Departamento Administración de agronegocios

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de cuadros	6
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Metodología.....	14
Localización	14
Parámetros.....	14
Enfoque.....	14
Costos.....	15
Recolección de Datos.....	15
Análisis de datos	15
Tratamientos.....	16
Fases Larvales.....	17
Nauplio.....	17
Zoea.....	17
Mysis	17
Post – larva.....	17
Parámetros.....	17
Temperatura	17
pH.....	17
Oxígeno Disuelto.....	18
Salinidad.....	18

Parámetros de Calidad de Larva	18
Prevención de Enfermedades en Etapa Larvarias.....	18
Alimentación	19
Alimentación con las Artemias Eclosionada y Procesada	20
Dieta	21
Análisis Estadístico	21
Prueba t student	21
Análisis Económico.....	21
Presupuesto Parcial	22
Punto de Equilibrio	22
Ingreso Neto.....	23
Costos Variables y Fijos.....	23
Precio del Mercado	23
Preparación de Tanques Antes y Durante la Siembra	23
Manejo	23
Limpieza de Tanques.....	24
Proceso para el Conteo de Nauplios Antes de la Siembra	24
Siembra de Nauplios	24
Preparación de la Artemia Decapsulada.....	25
Materiales	25
Pasos para el Decapsulado.....	25
Diseño Experimental	26
Diagrama de Flujo de Proceso	27
Resultados y Discusión.....	27
Análisis Productivo	28

	5
Artemia "A"	29
Artemia "B"	30
Diferencia entre Artemia en su Crecimiento	30
Sobrevivencia y Mortalidad	32
Análisis de crecimiento	33
Análisis Estadístico del APG Mediante Prueba t	37
Análisis Económico.....	38
Discusión	42
Conclusiones	43
Recomendaciones.....	44
Referencias.....	45
Anexos.....	47

Índice de cuadros

Cuadro 1 Parámetros de calidad de agua óptimos para el desarrolló larvario.	18
Cuadro 2 Estrategias de prevención de enfermedades durante las etapas larvales dentro de Pacifilab S.A.	19
Cuadro 3 Características de las artemias.	20
Cuadro 4 Fecha de siembra inicial en la etapa de Nauplio 4 (N4) en cada tanque en Pacifilab S.A enero del 2025.	24
Cuadro 5 Producción y Precio de artemia decapsulada dada para los tanques 1 y 2.	28
Cuadro 6 Producción y Precio de artemia en bandeja dada para los tanques 3 y 4.	29
Cuadro 7 Costo total de producción por tanque.	29
Cuadro 8 Costo total de producción por tanque.	30
Cuadro 9 Costos fijos en la producción de larvas del laboratorio.	31
Cuadro 10 Cálculo de los costos fijos para los 4 tanques por su volumen de producción.	31
Cuadro 11 Densidad de siembra final y porcentaje de sobrevivencia al final de la cosecha por cada tratamiento.	32
Cuadro 12 Crecimiento diario de las larvas antes de su cosecha.	33
Cuadro 13 Análisis estadístico mediante prueba t.	37
Cuadro 14 Resumen descriptivo mediante prueba t.	37
Cuadro 15 Resumen económico de la producción de artemia por los tratamientos.	40
Cuadro 16 Comparación con otros estudios sobre el uso y reemplazo de artemia como fuente de alimento.	42

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo de proceso en Pacifilab S.A.....	27
Figura 2 Crecimiento diario con la artemia “A” en el estadio desde p15 hasta su respectiva cosecha.	34
Figura 3 Crecimiento diario con la artemia “B” en el estadio desde p15 hasta su respectiva cosecha.	35
Figura 4 Crecimiento promedio entre la artemia “A” y “B” por animales por gramo desde p15 hasta su cosecha.	35
Figura 5 Crecimiento representado a través del software JASP.....	36
Figura 6 Representación del resumen económico por los tratamientos.....	40

Índice de Anexos

Anexo A Ubicación del laboratorio por Google Maps.....	47
Anexo B Tanques “gemelos” utilizados para el experimento.....	48
Anexo C Cono para eclosionar artemia.....	49
Anexo D Equipo de medición de parámetros.	50

Resumen

El sector camaronero en Ecuador es una de las principales fuentes de ingresos no petrolero para el país, dentro de este sector, la larvicultura es fundamental para la calidad del producto final. Para su alimentación se usa artemia como su principal alimento por su alto valor nutricional e impacto en el crecimiento, sin embargo, su alto costo ha hecho que productores cambien a dietas más baratas o combinen los productos. Este estudio se llevó a cabo en la empresa Pacifilab S.A. ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Con el fin de comparar la eficiencia técnica como económica de dos tipos de artemias en el mercado, artemia eclosionada y procesada en la alimentación de las larvas de camarón. Se analizo el crecimiento diario, costos de producción, rentabilidad y IR para comparar a través de análisis estadístico mediante prueba t en el software JASP y percibir cuál de las dos opciones es mejor para el productor.

Palabras clave: rentabilidad, crecimiento, alto costo, artemia eclosionada, artemia procesada.

Abstract

The shrimp sector in Ecuador is one of the main non-oil sources for the country; within this sector, larviculture is fundamental for the quality of the final product. Artemia is used as the main feed because of its high nutritional value and impact on growth; however, its excessive cost has caused producers to switch to cheaper diets or combine the products. This study was conducted at Pacifilab S.A. located in the province of Santa Elena, Ecuador. To compare the technical and economic efficiency of two types of artemia on the market, hatched and processed artemia in the feeding of shrimp larvae. Daily growth, production costs, profitability and IR were analyzed to compare through statistical analysis using t-test in JASP software and to perceive which of the two options is better for the producer.

Keywords: profitability, growth, excessive cost, hatched brine shrimp, processed brine shrimp.

Introducción

La industria del camarón hoy en día ha experimentado un incremento significativo en las últimas décadas por su alta demanda en el mercado y calidad del camarón ecuatoriano donde su crecimiento promedio de los ingresos por exportación de camarón desde 2010 a 2022 es del 17,4% (Cámara Nacional de Acuacultura [CNA], 2022).

El Camarón fue el principal producto de exportación no petrolera durante el primer trimestre 2024, con una participación del 27%; seguido por banano, cacao, pescado enlatado, concentrado de plomo y cobre, flores naturales y oro. Estos 7 productos representan el 75% del total de estas exportaciones (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca [MPCEIP], 2024).

Los camarones son animales invertebrados pertenecientes al grupo de los crustáceos, crecen por medio de mudas sucesivas a lo largo de su ciclo de vida, y presentan metamorfosis durante su primera fase de vida llamada fase larval.

Los camarones se crían en grandes estanques, que suelen ser de por lo menos un metro de profundidad, y los diques se construyen a mano o empleando maquinaria de excavación. El sitio suele estar situado en un estuario o cerca de la costa, para asegurar una fuente cercana de agua salobre o salada (Amado et al., 2018).

Sin embargo, para la obtención de una buena calidad de camarón depende mucho de la alimentación y su cuidado en sus primeras etapas larvarias siendo esenciales para un crecimiento saludable. Por lo tanto, la atención dedicada en la larvicultura es crucial en el éxito y calidad de la producción en sus etapas posteriores.

La larvicultura “El proceso comienza en un laboratorio, donde machos y hembras reproductores seleccionados por sus óptimas condiciones genéticas producen millones de larvas” (Atahualpa, 2023).

Para la alimentación se usa la artemia, un pequeño crustáceo también conocido como camarón de salmuera, es una parte vital de la crianza de poslarvas de camarón, particularmente para las larvas (Lujan, 2024).

El uso de artemia sigue siendo el alimento vivo más importante en los criaderos de camarones. Los beneficios de las presas vivas para las etapas larvarias y postlarvales garantizan altos niveles de proteínas con una excelente digestibilidad (Archer Daniels Midland Company [ADM], 2019). El impacto económico proveniente del uso de la artemia se ha vuelto dependiente para los productores. Ellos siguen usando este crustáceo sin importar su elevado costo, dada su efectividad durante los primeros estadios larvarios del camarón (López et al., 2017).

Los altos costos en la alimentación en el sector de larvicultura representa la competitividad del laboratorio y productividad de una camaronera, lo que representa un impacto económico para el productor debido dado que la artemia es utilizada a pesar de su alto costo por su eficiencia en los primeros estados larvarios del camarón. El crecimiento y la supervivencia depende principalmente del tipo de alimentación para así tener un desempeño exitoso.

No obstante, para poder llegar a la fase final que es el camarón primeramente se debe tener una buena calidad de nauplio. El origen de la larva es considerado por los camaronicultores como una de las claves del buen rendimiento de un ciclo y consecuentemente una garantía de la rentabilidad (Calderón, 2023).

El propósito de este proyecto es realizar un estudio comparativo para identificar cuáles de las dos artemias usadas en la alimentación de larvas de camarón se obtiene un mayor impacto en su desarrollo, con el fin de hacer su uso más rentable considerando su alto costo. Para lograrlo, se tomará en cuenta tasa de sobrevivencia, crecimiento, costo de producción por cada tanque utilizando análisis estadístico mediante prueba t para optimizar eficiencia en el proceso productivo y cual opción es mejor en la etapa larvaria.

El objetivo general del estudio es evaluar la rentabilidad de dos tipos de diferente de artemia en la alimentación de larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*) en términos de costos de producción, tasas de sobrevivencia y crecimiento en la empresa Pacifilab S.A.

Los objetivos específicos para este estudio son:

Analizar el impacto del uso de dos tipos de artemia en la tasa de sobrevivencia y crecimiento de las larvas de camarón (*Penaeus Vannamei*) en diferentes etapas del ciclo de crecimiento.

Comparar la rentabilidad de los costos de producción asociados con el uso de cada tipo de artemia para identificar cuál ofrece una mejor relación costo-beneficio en la etapa de larvicultura.

Determinar el ingreso neto y el tiempo estimado de recuperación de costos de cada tipo de artemia en las prácticas de larvicultura de camarón en Pacifilab S.A.

Hipótesis:

H₀: No existen diferencias significativas en el crecimiento (APG promedio), rentabilidad y sobrevivencia de las larvas de camarón alimentadas con Artemia A y Artemia B.

H₁: Existen diferencias significativas en el crecimiento (APG promedio), rentabilidad y sobrevivencia de las larvas de camarón alimentadas con Artemia A y Artemia B.

El presente Proyecto especial de graduación consta de varios capítulos donde se integran análisis comparativo entre costos de producción y sobrevivencia con el diferente tipo de alimentación para la empresa Pacifilab S.A, Santa Elena, Ecuador. En el capítulo I, se expone una introducción al estudio, como los objetivos, problema y justificación. En el capítulo II, aborda los antecedentes, aspectos claves para el desarrollo larval y las características de los distintos tipos de tratamientos. Capítulo III es la metodología y el diseño experimental llevado a cabo. Capítulo IV se expondrán los resultados y un análisis entre los costos de producción por cada tratamiento y para concluir el capítulo V que se exponen las conclusiones y recomendaciones una vez finalizado el estudio.

Metodología

Localización

Este proyecto se realizó en la empresa Larvas del Pacifico, S.A (Pacifilab S.A) ubicado en el sector de Mar Bravo en la provincia de Santa Elena, Ecuador. Esta zona es especialmente utilizada por los productores de larva debido a que registra una temperatura promedio de 24°C y con una altura de dos msnm. Pacifilab S.A. es una empresa la cual, actualmente, se siembran 50 millones de nauplios, los cuales el 90% de su producción va dirigido a sus clientes y el 10% restante para uso interno con veinticuatro tanques en producción, veinte tanques con una capacidad de 25,000 litros y los cuatro restantes de 20,000 litros.

Parámetros

Para poder llevar a cabo el proyecto se van a tener en cuenta condiciones controladas como la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en cada tanque utilizado, con el propósito de tener el mínimo porcentaje de error en la toma de datos y un buen desarrollo del nauplio.

Con los parámetros antes mencionados, se utilizó cuatro tanques debido a que es un proyecto sin antecedentes, por lo tanto, lo recomendado es un volumen pequeño para prevenir cualquier pérdida económica y operativa. Cada tanque utilizado tiene una capacidad de 20 toneladas (20,000 L) teniendo unas regulaciones de 12 m de largo, 2 m de ancho y 1.7 m de altura.

Enfoque

La presente investigación tiene como enfoque cuantitativo y cualitativo debido a que se busca analizar los datos numéricos, crecimiento y objetivos relacionados con los costos una vez finalizado la toma de datos. Este enfoque nos permitirá comparar las dos variables claves con el fin de determinar cuál de las dos representa una mejor opción de negocio para optimar costos para futuras producciones.

Esta investigación consta de dos partes, la técnica y económica, se utilizó métodos con el fin de sacar la sobrevivencia al final de la siembra para así analizar sus resultados y cuál de los dos

diferentes tipos de artemias (eclosionada y procesada) se obtiene una mejor rentabilidad en términos de costos de producción.

Para la parte económica se usó el método de presupuesto parcial porque se puede verificar los costos con los beneficios netos obtenidos a partir del diferente tipo de alimentación, permitiéndonos tener una diferencia con él con el fin de ver cuál es mejor en términos de sobrevivencia (cosecha final), rentabilidad y cuantos gramos de artemias fueron utilizadas en cada estadio hasta su cosecha.

Costos

Se calcularán los costos totales de producción por tratamiento del proyecto una vez finalizado siendo diferenciados. Además de ver el número de artemias utilizadas en cada etapa hasta su desarrollo final. Para finalizar se determinará cuál de las dos es más rentable para el productor.

Recolección de Datos

Se recopilarán y analizarán estados de resultados y registros de productividad para obtener clara una relación entre costos en el proyecto, también en hablar con los responsables para obtener información detallada sobre las estrategias de producción que existen dentro del laboratorio.

Análisis de Datos

Para medir la sobrevivencia total con cada artemia de la cantidad total de nauplios sembrados se utilizará la siguiente fórmula [1].

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\# \text{ de larva final}}{\# \text{ de larva sembradas}} \times 100 \quad [1]$$

Esta fórmula nos indica el proceso de éxito de la cantidad total sembrada al momento de finalizar la toma de datos. Un porcentaje alto muestra que los parámetros favorecieron al desarrollo de las larvas por otro lado, uno bajo, indica que hubo problema con la alimentación o insuficiencia de oxígeno u otro factor.

Al mismo tiempo, se utilizará la fórmula de mortalidad fórmula [2] para medir la tasa de mortalidad con cada tipo de artemia, cuantificando la cantidad de nauplios sembrados y de rentabilidad para el productor porque estamos midiendo un proyecto financiero y se quiere mostrar las ganancias respecto lo invertido.

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Individuos que murieron}}{\text{Total sembrado}} * 1000 \quad [2]$$

Las condiciones del experimento fueron ejecutadas bajo los estándares de producción de la empresa Pacifilab S.A. Los tratamientos con la artemia están en bloques en unos dos tanques cada uno con parámetros controlados con el fin de tener condiciones óptimas para el crecimiento de las larvas.

El manejo a lo largo del ciclo se llevó a cabo por una serie de protocolos de buenas prácticas acuícolas, controlando diariamente la calidad del agua y examinando las larvas de los tratamientos (López et al., 2017).

En este proyecto, la alimentación fue el eje principal de estudio ya que es uno de los factores más costosos e importante para la producción larvaria de camarón. A pesar de su alto costo, también se sigue un protocolo de alimentación que incluye bacterias beneficiosas y otros insumos que ayudan a mejorar la calidad del medio. Con las condiciones del laboratorio, el principal cambio fue en la sustitución del tipo de artemia a utilizar y en sus insumos, en función al estadio que es demandado por el cliente que prefiere adquirir en esa fase específica.

Tratamientos

Este proyecto contemplo dos tratamientos aplicados en cuarto tanques de cultivo, ordenados en la siguiente manera: los primeros dos tanques con artemia "A" y dos con la artemia "B", cada tanque con una capacidad de 20,000 litros. Con el crecimiento larvario se fue alimentando exclusivamente con el tipo de artemia específica de cada tratamiento. La sala fue dividida en 2 bloques llamados "gemelos" al tener la misma capacidad de producción.

Fases Larvales

Nauplio

Tiene 5 subestadios (N1, N2, N3, N4 y N5) y dependiendo el estadio va a medir entre 0.2 mm a 0.6 mm. En esta etapa comienza a tener forma el cuerpo de un camarón.

Zoea

Tiene tres subdivisiones (ZOEI, ZOEII, ZOEIII) miden entre 0.6 a 2.8 mm, comienza a formarse el abdomen y el tórax siendo unas de las principales características de este estadio.

Mysis

Su tamaño es de 2.8 mm a 5.2 mm, su cuerpo ya parece al de un camarón, sus pereiópodos bien desarrollados, tiene 3 subdivisiones (MI, MII, MIII).

Post – larva

Se obtiene un parecido al camarón en su etapa de adultos o juvenil, ronda entre los 5 a 25 mm y tiene una duración dependiendo el estadio que se tiene que vender.

Parámetros

Estos parámetros son los que se van a tomar en cuenta debido que tienen una mayor incidencia en el crecimiento directo para el desarrollo larvario.

Temperatura

Temperaturas demasiado frías o calientes pueden causar estrés o incluso la muerte de los camarones. El rango óptimo de temperatura para la mayoría de las especies de camarones es entre 28 y 32 grados Celsius (Instituto del agua, 2024).

pH

El pH también afecta la capacidad de los camarones para metabolizar los nutrientes. Si el pH del agua es demasiado bajo, los camarones pueden tener dificultades para absorber los nutrientes que necesitan para crecer y mantenerse saludables (Palma, 2023).

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto es una variable crítica porque puede matar directamente a los animales de acuicultura, y de forma crónica, la baja concentración de oxígeno disuelto estresa a los animales acuáticos, lo que provoca falta de apetito, un crecimiento lento y una mayor susceptibilidad a las enfermedades. (Boyd, 2022).

Salinidad

Estudios han demostrado que los cambios de salinidad afectan directamente la muda, el crecimiento, cambios fisiológicos y moleculares de los crustáceos. (Molinos Champion, 2021). Es recomendado tener rangos entre 20 a 25 ppm ya que con estos valores permitirá crecer normalmente porque si se tiene una salinidad alta el desarrollo será demasiado lento.

Cuadro 1

Parámetros de calidad de agua óptimos para el desarrolló larvario.

Nota. Parámetros de calidad óptimas para el crecimiento de los nauplios de camarón.

Oxígeno	Temperatura	Salinidad	pH
≥3ppm	28°C - 32°C	22 ppm – 25 ppm	7 – 9

Parámetros de Calidad de Larva

Posterior a la siembra inicial, se procedió al monitoreo de la calidad de larva con el fin de identificar si hay posibles deformidades durante sus estadios de desarrollo, también el porcentaje de larvas activas, presencia de canibalismo y otros indicadores. Diariamente, en la mañana se realizaba la toma de muestras aleatorias para el análisis microscópico permitiendo llevar un control riguroso. Este seguimiento es un parámetro clave para la detección de una infección que afecte en la sobrevivencia

Prevención de Enfermedades en Etapa Larvarias

La prevención de enfermedades en la etapa larvaria es fundamental para garantizar la eficiencia y una excelente calidad de producción. Los nauplios en sus etapas larvales son susceptibles

a estrés fisiológico, patógenos, etc. Dentro del laboratorio se implementan estrategias de prevención de enfermedades para reducir el riesgo de presentar anomalías.

Cuadro 2

Estrategias de prevención de enfermedades durante las etapas larvales dentro de Pacifilab S.A.

Estrategias	Aplicación
Control de los parámetros mencionados	Monitoreo cada 3 horas
Alimentación	Artemia libre de patógenos (vibrios)
Buenas practicas	Limpieza y desinfección de los tanques previa y después de la siembra
Muestras al azar	Uso del microscopio para analizar canibalismo y crecimiento.
Proceso de eclosión	Se tiene personal capacitado para poder sacar el rendimiento esperado para cada lata de artemia sin contaminar el alimento.

Nota. Estrategias de prevención de enfermedades dentro de Pacifilab S.A.

Alimentación

En este proyecto la alimentación fue el mayor interés por su alto costo. Sin embargo, para la etapa inicial “La alimentación consiste de una combinación de alimentos naturales (moluscos, crustáceos, zooplancton)” (Calderón, 2023). Con el paso que va creciendo la larva se procede a alimentar usando artemia. La artemia es considerada por muchos el alimento vivo por excelencia y esto no es debido solo a su alto valor nutritivo ya que existen claras ventajas añadidas que lo convierten en el alimento vivo más utilizado a nivel mundial (Intermas, 2024).

La alimentación varía entre los dos tratamientos debido a la diferencia de presentaciones y composiciones de cada artemia utilizada, una de forma decapsulada y otra en estado viva ya lista para alimentar. Conforme se va desarrollando los diferentes estadios la cantidad de artemia e insumos suministrados van aumentando progresivamente para cumplir con sus requerimientos específicos en cada fase.

Cuadro 3*Características de las artemias.*

Tratamiento	Características		
Artemia "A"	Quistes (cystos) de artemia	Alto contenido de proteína, lípidos, aminoácidos y vitamina	Lata de 454 gramos
	Eclosión del 75%	Precio en el mercado de \$37 por lata	Capaz de producir 800 - 1000 gramos por lata
Artemia "B"	Nauplios vivos en animación suspendida en el primer estadio	Sin impurezas, ni animales dañados, libres de Vibrio, bacterias o microorganismos	Bandeja de 800 gramos netos
	100% animal vivo	Precio en el mercado de \$35 por bandeja	Dimensiones de 5 cm de alto, 23 cm de largo y 18 cm de ancho

Nota. Características de los tratamientos usados para el experimento.

La principal diferencia entre los dos tratamientos a usar es su presentación y elaboración. La artemia "A" viene en una presentación de lata de 454 gramos en esta de decapsulado, por lo cual, se requiere un proceso para poder eclosionarla y dejarla al menos 24 horas en reposo antes de ser utilizada como alimento. En cambio, la artemia "B" consta en presentación en bandeja lista y de manera viva (procesada) para la alimentación directa, por lo tanto, no se tiene que hacer el proceso de eclosión y se evita el uso de mano de obra e insumos.

Alimentación con las Artemias Eclosionada y Procesada

Actualmente en Pacifilab S.A. se utiliza la artemia como principal fuente de alimento vivo, con el paso del tiempo se utilizan bacterias favorables para mejorar las condiciones tanto del medio como incentivar la alimentación.

En cada etapa se utilizó diferente cantidad de artemia debido a que en la alimentación también se utiliza las microalgas actúan como cápsulas que incorporan bacterias beneficiosas al sistema digestivo de las larvas (Natrah et al., 2014).

En este caso, la artemia "A" viene con una presentación en lata de 454 gramos decapsulada con un 75% de eclosión, con un potencial de poder rendimiento entre 800 - 1,000 gramos por lata, se necesita materiales e insumos para poder eclosionarla y tiene un valor de mercado de \$37 por lata.

Por otro lado, la artemia "B" viene en una apariencia de bandeja de plástico con porción de 800 gramos preparados para alimentar, libre de microorganismos que afecten en el desarrollo presentando un precio en el mercado es de \$35 por bandeja. Para poder ver la eficiencia de cada artemia se procese a alimentar desde la fase de ZOEIII hasta su cosecha.

Dieta

El alimento en la etapa de desarrollo para la larva de camarón (*Penaeus Vannamei*) en el laboratorio Pacifilab, no se menciona públicamente el nombre de la marca de artemias por motivo de privacidad y para no perjudicar al prestigio de esta. Las dietas utilizadas para cada tratamiento tienen ciertas similitudes en excepción por su presentación y que una se tiene que eclosionar y la otra ya está preparada. La cantidad de artemia dada para los dos tratamientos fue basada en la producción esperada de 1.8 millones de nauplios sembrados para cada tanque

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis estadístico usando el programa JASP (Jeffreys's amazing statistics program) y Stata que son herramientas de software que permite realizar análisis estadísticos de manera rigurosa. Estos programas fueron escogidos por su fácil acceso y uso, ya que son capaces de mostrar resultados claros y la variabilidad de los APG (animales por gramo) promedios entre los tratamientos permitiendo hacer una interpretación confiable y precisa.

Prueba t student

Para este estudio realizó una prueba t student para comparar los promedios del APG (crecimiento) entre los dos tratamientos utilizados con el fin de identificar diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia. Gracias a ello, podemos afirmar cuál de las dos artemias genera mejores resultados.

Análisis Económico

Los dos diferentes tipos de artemia para la alimentación de *Penaeus Vannamei* fueron evaluados mediante cuadros comparativos para hacer un análisis de sus precios, cantidad de gramos

dada en cada etapa del desarrollo larval hasta su cosecha. Así mismo, se determinaron las ganancias generadas por cada tratamiento en promedio para identificar cuál de los dos es más efectiva en termino de sobrevivencia, rentabilidad, crecimiento y en punto de equilibrio permitiéndole al productor implementarla en futuras producciones.

Presupuesto Parcial

Es importante para el acuicultor optimizar recursos para poder maximizar ganancias permitiendo poder alcanzar los objetivos dentro del laboratorio, se usó el presupuesto parcial que es una opción para planificación y toma de decisiones, en la cual se comparan los costos e ingresos que tendremos comparando lo que estamos haciendo en el momento presente con las alternativas que enfrenta, permitiendo entender como la decisión tomada afectará la rentabilidad de la unidad productiva (Fino, 2020).

Se analizó la rentabilidad por cada tratamiento a través de la siguiente fórmula [3] para tomar decisiones sobre la gestión de gastos e ingresos.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ganancias}}{\text{Ingresos}} * 100 \quad [3]$$

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es el punto en el que los costes de una actividad cubren exactamente los ingresos de la misma. Por lo tanto, el punto de equilibrio es una medida de la rentabilidad de una actividad. El punto de equilibrio se suele indicar como volumen de ventas o valor de facturación, no solo como porcentaje (Munich Business School [M.B.S], 2024). Se lo va a calcular a través de la fórmula [4].

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta unitario} - \text{Costo variable unitario}} \quad [4]$$

Nota. Para este caso se utilizaron costos fijos, precio de venta unitario y costo variable unitario promedio.

Ingreso Neto

El ingreso neto es la utilidad generada por el proyecto una vez cubierto todos los costos de producción. Para este proyecto, se decidió calcular el ingreso neto a través de la fórmula [5] debido que nos permite saber con exactitud la rentabilidad de lo realmente invertido demostrando cuanto se gana por cada dólar invertido.

$$\text{Ingreso neto} = \frac{\text{Ganancia}}{\text{Costo totales}} \quad [5]$$

Costos Variables y Fijos

Para la producción de larvas sus costos de producción son variables (nauplios, alimentación, bacterias beneficiosas, medicamentos, insumos utilizados, etc.) como fijos (sueldos, análisis microbiológicos, electricidad, chequeadores, etc.).

Los factores más importantes para la calidad de larva aparte del personal (mano de obra) son los controlados como la alimentación y los suplementos usados ya que son costos totales de producción diferentes para cada tratamiento.

Precio del Mercado

El precio de las larvas de camarón en Ecuador principalmente es determinado por el mercado teniendo en cuenta su demanda y oferta. Sin embargo, los laboratorios suelen establecer precios basados según sus costos de producción y por factores externos como la competencia informal (laboratorios que no tienen condiciones óptimas para laborar), calidad de larva y demanda. Se tomó en cuenta el valor del mercado de los últimos 3 años y actualmente que es de \$2 por millar.

Preparación de Tanques Antes y Durante la Siembra

Manejo

Se llevaron a cabo actividades con el fin de garantizar un adecuado desarrollo del ciclo productivo como la limpieza, desinfección, preparación de los tanques, usando protocolos para la siembra previa a la recepción de los nauplios.

Limpieza de Tanques

Se realizó la limpieza y desinfección de los cuatro tanques con agua y cloro se usó escobas para restregar los tanques en la superficie interna, este proceso fue previo a la recepción de los nauplios. Una vez hecho esta etapa, fueron cubiertos por plástico que nos permite conservar una temperatura adecuada para la siembra.

Proceso para el Conteo de Nauplios Antes de la Siembra

Paso 1.

Los nauplios se encuentran en baldes llenos de 20 litros.

Paso 2.

Se escoge una muestra de 1 ml de diferentes baldes con el fin de contar los nauplios y sacar un promedio (15 nauplios por ml).

Paso 3.

De acuerdo con el promedio se estima la cantidad a comprar.

Siembra de Nauplios

El transporte los nauplios desde la naupliera hacia el laboratorio se los embalan en fundas de 14 litros que van puestas en cartones llegan al laboratorio y se los procede a sembrar. Estos tanques tienen una capacidad de 20,000 litros, el estado larvario que se trasplanta fue de N4 provenientes de una empresa externa de naupliera en Ecuador.

La cantidad de nauplios sembrados para este experimento es de 1.8 millones de nauplios por cada tanque siendo un total de 7.2 millones de nauplios para los tratamientos. Para la siembra se usan baldes llenos de nauplios hacia los tanques, se utilizó una malla de cien micras con el fin de que al momento de filtrar agua vaya con la misma cantidad de nauplios contados para todos los tanques.

Cuadro 4

Fecha de siembra inicial en la etapa de Nauplio 4 (N4) en cada tanque en Pacifilab S.A enero del 2025.

	# Tanques	Fecha de siembra Inicial
1*		05/01/2025
2*		05/01/2025
3**		05/01/2025
4**		05/01/2025

Nota. *Artemia "A", **Artemia "B".

Preparación de la Artemia Decapsulada

Materiales

Baldes de 500 ml, fundas, cloro, peróxido, huevos de artemia, mascarilla, bureta, cono para eclosionar artemia y activador de artemia.

Pasos para el Decapsulado

Paso 1.

Se procede a vaciar la lata con los huevos de la artemia en un balde.

Paso 2.

Después, se pesa el reactivo (un activador para artemia viva) a 169 gramos para poder decapsular una libra de artemia.

Paso 3.

Se procede a medir 60 ml de sopol usando una probeta.

Paso 4.

Al mismo tiempo se le añade 2 litros de cloro.

Paso 5.

Comenzamos a mezclar por alrededor de 5 minutos.

Paso 6

Trasladamos el balde y ponemos todo en un cono para cosechar artemia.

Paso 7

Después, poner el activador para que eclosionen los embriones.

Paso 8

Dejarlo por alrededor de 24 horas para poder ver nauplios de artemia.

Paso 9.

Una vez pasado las 24 horas, se procede a cosechar y comenzamos a enjuagar para sacar cualquier suciedad.

Paso 10.

Una vez enjuagada y puesto nuevamente en un balde, se procede a aplicar peróxido para poder sacar cualquier suciedad y cascaras de los embriones que se decapsularon.

Paso 11.

Se espera unos minutos, y le colocamos formol para eliminar cualquier parasito que traiga la artemia, en este caso, protozoarios y luego se enjuaga.

Paso 12.

Una vez ya hecho todos estos pasos, se la coloca en un balde y se lo pesa para saber cuántos gramos se obtuvieron al final.

Paso 13.

Se obtiene alrededor de 800 – 1000 gramos listos para poder alimentar.

Paso 14.

Y se repite el ciclo cada día para alimentar los siguientes días.

Diseño Experimental

Para el presente proyecto se usó diseño experimental de bloques completos al azar dado es un proyecto sin antecedentes en la empresa, esta decisión se tomó con la disponibilidad operativa del laboratorio priorizando minimizar riesgos económicos y técnicos. Así mismo, todas las unidades van a estar agrupadas en bloques homogéneos donde en cada tratamiento consta de 2 tanques que recibirán la artemia específica, en este caso, los tanques uno y dos con la artemia “A”, mientras que el tanque 3 y 4 con la artemia “B” diferenciándose en su costo y composición nutricional. Todos los tratamientos estuvieron en condiciones controladas y se utilizó la plataforma de JASP y Stata para corroborar los datos, de la misma manera se usó la prueba t student para observar diferencias

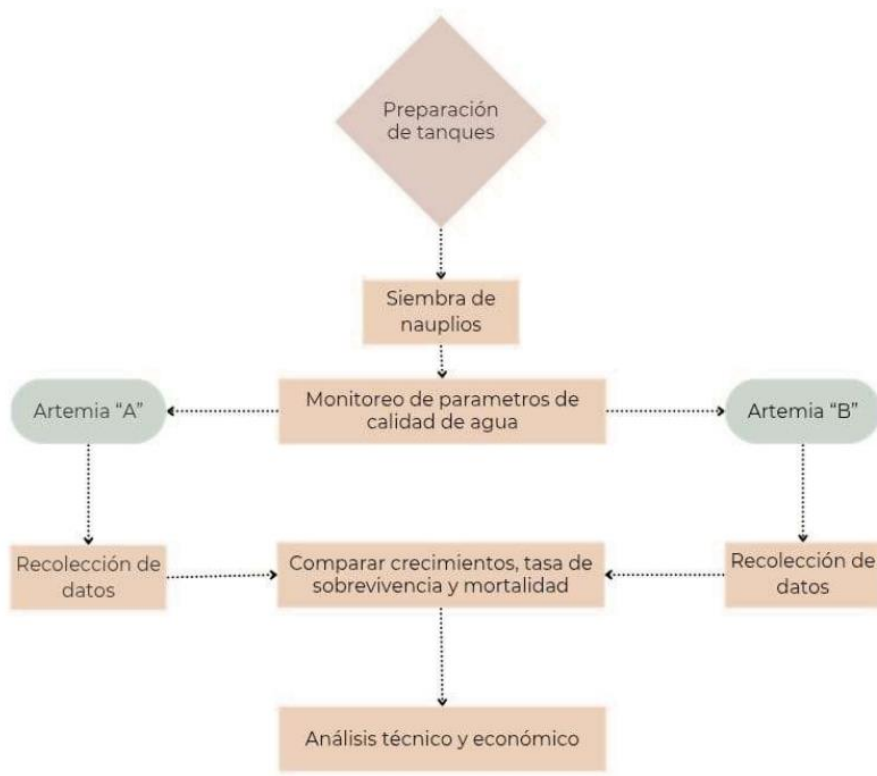
significativas con el propósito de evaluar los costos de producción, rentabilidad y IR de cada tipo de artemia para su aplicación en futuras producciones.

Diagrama de Flujo de Proceso

Este diagrama de flujo de proceso facilita la visualización de las actividades desarrolladas desde la preparación de tanques hasta la evaluación económica y técnica.

Figura 1

Diagrama de flujo de proceso en Pacifilab S.A.



Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos fueron enfocados en la parte técnica y económica, se utilizó un análisis estadístico mediante JASP para observar diferencias significativas entre los tratamientos. En

el análisis económico se realizó basado el presupuesto parcial en función a los costos de producción por tratamiento.

Análisis Productivo

Para este análisis se usaron los datos obtenidos al final del ciclo de cultivo, los cuales fueron desde el PL5 hasta PL10 y PL11 respectivamente, debido a que se realizó diferentes cosechas ya que el cliente prefiere en ese estadio. Una vez finalizada la cosecha se obtuvieron los siguientes resultados de cuanta artemia se usó para cada tratamiento.

Cuadro 5

Producción y Precio de artemia decapsulada dada para los tanques 1 y 2.

FECHA-SIEMBRA	GRAMOS SEMBRADOS	FECHA-COSECHA	GR /CISTOS ARTEMIA TOTAL	GR ARTEMIA/TANQUE	PRECIO POR TANQUE
8-ene-25	454	9-ene-25	500	250	\$18.50
10-ene-25	681	11-ene-25	690	345	\$27.75
12-ene-25	681	13-ene-25	1000	500	\$27.75
14-ene-25	908	15-ene-25	1300	650	\$37.00
16-ene-25	908	17-ene-25	1200	600	\$37.00
17-ene-25	908	18-ene-25	1250	625	\$37.00
18-ene-25	908	19-ene-25	1100	550	\$37.00
Total	5,448		7,040	3,520	\$222

Nota. Autoría de propia (2025)

Según los resultados del cuadro 5 se obtuvo un total de gramos sembrados es de 5,448 gramos. Para alimentar con esta artemia se utilizaron 12 latas de artemia, teniendo un costo de \$37 dólares por lata siendo un gasto total de \$222 en artemia por tanque. En su eclosión, se obtuvo 7,040 gramos entre los dos tanques para su consumo. Por lo tanto, cada tanque consumo 6 latas y el precio va variando, dependiendo el estadio.

Así mismo, se hicieron análisis microbiológicos para cada decapsulada con el fin determinar si este tratamiento está libre de microorganismos antes de usarla como alimento. No se encontró incidencia de microorganismos presentes en el medio que puedan afectar al alimento

ESTADIO	BANDEJA/TANQUE	GR DE ARTEMIA	PRECIO DE ARTEMIA
---------	----------------	---------------	-------------------

ZOEIII	0.33	264	\$11.55
MISIS 1	0.41	328	\$14.43
MISIS 2	0.54	432	\$19.01
MISIS 3	0.58	464	\$20.41
PL1	0.62	496	\$21.82
PL2	0.75	600	\$26.40
PL3	0.79	632	\$27.88
PL4	0.83	664	\$29.21
PL5	0.83	664	\$29.21
PL6	0.79	632	\$27.88
PL7	0.36	288	\$12.67
PL8	0.25	200	\$8.80
Total	7.08	5,664	\$249.27

Cuadro 6

Producción y Precio de artemia en bandeja dada para los tanques 3 y 4.

Nota. Autoría propia (2025)

Como se muestra el cuadro 6 se utilizó un total de 7.08 bandejas para la artemia “B” siendo un gasto total de artemia por tanque de \$249.27. Desde el estadio de ZOEIII hasta PL4 – PL5 se alcanzó un máximo de 664 gramos por tanque. Suministrando un total de 5,664 para el tratamiento “B”.

Artemia “A”

Cuadro 7

Costo total de producción por tanque.

Tanque	Costo de producción por tanque	Costo de artemia total por tanque	Total
1	\$528.78	\$222	\$750.78
2	\$569.28	\$222	\$791.28
Decapsulada	\$22.85		\$22.85
Total	\$1,120.91	\$444	\$1,564.91

Nota. Costo total de producción por tanque para el tratamiento “A”.

Como demuestran el cuadro 7 se muestra los costos de producción y el costo total de la artemia por tanque. Se puede ver que para el tanque 1 el costo de producción es de \$528.78 y para el tanque 2 es de \$569.28, obteniendo un total de \$1,098.06. El costo total de artemia es de \$222 para ambos tanques, por lo tanto, un total de \$444.

Se obtiene un costo total de producción de \$750.78 para el tanque 1 y para el tanque 2 de \$791.28, siendo en total de \$1,542.06. Sin embargo, se usaron insumos y mano de obra para poder

decapsular este tipo de artemia, por lo tanto, se llevó a cabo 7 decapsuladas, teniendo un total de \$22.85 para el tratamiento. Teniendo como costo de producción total de \$1,564.91 para la artemia "A".

Artemia "B"

Cuadro 8

Costo total de producción por tanque.

Tanque	Costo de producción por tanque	Costo de artemia total por tanque	Total
3	\$517.96	\$249.27	\$767.23
4	\$572.09	\$249.27	\$821.36
Total	\$1,090.05	\$498.54	\$1,588.59

Nota. Costo total de producción por tanque para el tratamiento "B".

El cuadro 8 muestra los costos de producción y el costo total de la artemia por tanque. Se puede ver que para el tanque 3 el costo de producción es de \$517.96 y para el tanque 4 es de \$572.09 obteniendo un total de \$1,090.05. El costo total de artemia por tanque es de \$249.27, por lo tanto, un total de \$498.54. Se obtiene un costo total de producción de \$767.23 para el tanque 3 y para el tanque 4 de \$821.36 siendo en total de \$1,588.59.

Diferencia entre Artemia en su Crecimiento

Existe una diferencia entre el valor total de producción para los dos tratamientos de \$23.68 y en el valor de artemia de \$54.54 entre los tratamientos. Esta diferencia se dio ya que el tratamiento en lata tiene mejores valores nutricionales como alta cantidad de proteínas, digestibilidad, presencia de lípidos, aminoácidos y ácidos grasos (EPA y DHA) convirtiéndose en ser una opción real rentable. De la misma manera, la artemia procesada es menos eficiente por su deshidratación perdiendo su valor nutricionalmente. De igual forma, existe diferencia entre los costos de producción por tanque entre los tratamientos debido a los clientes prefieren en que estadio comprar el millón, en este caso, el tanque 1 y 3 el cliente prefirió en PL-10 y otro cliente el tanque 2 y 4 en PL-11.

Sin embargo, para poder sacar los costos de producción total para poder observar cuál de los dos tratamientos es más rentable se debe de tomar en cuenta la cantidad de insumos, sus porcentajes y otros costos de producción tal como lo muestra el cuadro 9.

Cuadro 9

Costos fijos en la producción de larvas del laboratorio.

Costos fijos para los 24 tanques	
Bonos al personal por la corrida	\$1,610
Comisionistas	\$1,340
Insumos	\$1,000
Otros costos financieros	\$3,330
Chequeadores (personal en despacho de larva)	\$1,200
Análisis microbiólogos	\$420
Electricidad	\$1,540
Sueldo de mano de obra	\$6,500
Comida del personal	\$950
Combustible (diésel)	\$1,260
Total	\$19,150

Nota. El cuadro 9 muestra los costos fijos en toda la corrida para producción total del laboratorio (24 tanques). Como se había mencionado anteriormente, este es un experimento sin antecedentes, por lo tanto, de los 24 tanques de producción solo se tomaron 4 tanques con menor volumen (20,000 LT). Para poder sacar los costos fijos de producción para cada tanque se hizo a través de su volumen de producción.

Se realizó el cálculo de los costos fijos.

Cuadro 10

Cálculo de los costos fijos para los 4 tanques por su volumen de producción.

Numero de tanques	Capacidad de tanque en LT	LT en producción en total	Capacidad productiva	Costo Fijo para LT total	Costo Fijo por tanque según su volumen
4	20,000	80,000	14%	\$2,641.38	\$660.34
20	25,000	500,000	86%	\$16,508.62	\$825.43
24	45,000	580,000	100%		

Nota. Solo se tomó en cuenta el costo fijo para cada tanque de 20,000 litros porque son los tanques por utilizar para el experimento.

Se asignó el costo fijo total (\$19,152) del sistema de producción para el volumen de litros producidos, por lo tanto:

Cálculo del costo fijo total según la fórmula [6] su capacidad productiva (20,000 litros).

$$14\% * \$19,150 = \$2,641.38 \quad [6]$$

Cálculo del costo fijo total según la fórmula [7] su capacidad productiva (25,000 litros).

$$86\% * \$19,150 = \$16,508.62 \quad [7]$$

Cálculo del costo fijo según un formula [8] por tanque según su volumen.

$$\frac{\$2,641.38}{4} = \$660.34 \text{ por tanque de 20,000 LT} \quad [8]$$

$$\frac{\$16,508.62}{20} = \$825.43 \text{ por tanque de 25,000 LT} \quad [8]$$

El presente cálculo permitió obtener una estimación precisa del verdadero costo de producción asociado al volumen de producción garantizando los costos reales ya que es fundamental evaluar la eficiencia económica del experimento. Cabe recalcar que únicamente se consideraron los tanques de 20,000 litros (14% de la capacidad productiva del laboratorio) como consecuencia, se obtuvo un valor fijo de \$660 por tanque.

Sobrevivencia y Mortalidad

Al ser un proyecto sin antecedentes se decidió hacer una prueba con una cantidad reducida de larva. En todos los tanques para este proyecto se sembró 1,800,000 millones de nauplios teniendo 1,404,000 millones de nauplios brutos por cada tanque tal como lo indica el cuadro 11.

Cuadro 11

Densidad de siembra final y porcentaje de sobrevivencia al final de la cosecha por cada tratamiento.

Parámetros	*T1	*T2	**T3	**T4
Densidad inicial	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000

Porcentaje de supervivencia (%)	78	78	78	78
Porcentaje de mortalidad (%)	22	22	22	22
Densidad final	1,404,000	1,404,000	1,404,000	1,404,000

Nota.

*Artemia "A"

**Artemia "B"

T: Tanque

No hay diferencias estadísticas significativa en la supervivencia y mortalidad en los tratamientos debido que es la misma.

La densidad inicial para todo el proyecto fue la misma, la supervivencia y mortalidad larval están directamente influenciadas por condiciones controladas como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto. Estos parámetros son monitoreados cada tres horas con el fin de prevenir cualquier imprevisto. Por lo tanto, se puede concluir que se obtuvo 78% de supervivencia para los tratamientos teniendo un total de producción de 5,616,000 millones de nauplios.

En el presente estudio no se registraron incidencias patológicas de enfermedades por los tratamientos, cabe recalcar que la artemia "B" fue seleccionado por su calidad sanitaria (libre de Vibrio) y la artemia "A" se tiene un personal capacitado para poder obtener su rendimiento esperado sin contaminar el alimento además de un buen manejo de protocolos de seguridad dentro del laboratorio.

Análisis de crecimiento

Cuadro 12

Crecimiento diario de las larvas antes de su cosecha.

Fecha	Fase	Tratamiento "A"		Tratamiento "B"		Promedio APG Artemia "A"	Promedio APG Artemia "B"
		Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4		
17/01/2025	PL5	789	913	780	860	851	820
18/01/2025	PL6	655	710	612	680	683	646
19/01/2025	PL7	538	601	518	610	570	564
20/01/2025	PL8	436	490	408	480	463	444
21/01/2025	PL9	390	395	405	400	393	403
22/01/2025	PL10	280	300	320	350	290	335
23/01/2025	PL11		260		280	260	280

Nota. El cuadro 12 muestra el crecimiento diario medido por animales por gramo (APG) desde el estadio PL5 hasta PL10 (caso del tanque 1 y 3) y PL11 (caso del tanque 2 y 4) que son las fechas que fueron despachadas. Durante el periodo del 17 hasta el 23 de enero del 2025 con registro por tanque y promedio para los dos tratamientos.

El cuadro 12 presenta que los dos tratamientos existen una disminución del APG porque conforme va avanzando sus estadios, el número de animales por gramo disminuye porque van aumentando su biomasa individual. No obstante, se puede ver una diferencia entre la variación de animales por gramo entre los tratamientos. Para la artemia "A" se observa menor cantidad de animales por gramo a comparación de la artemia "B", significando que el tratamiento "A" obtuvo un mayor crecimiento en masa.

Como muestra la figura 2 el crecimiento de la biomasa con la artemia "A" en los dos tanques presenta un patrón de decrecimiento similar, pero esta diferencia se fue reduciendo conforme van creciendo los organismos, lo que indica que tuvieron un crecimiento homogéneo entre los tratamientos.

Para el día de su cosecha para el tanque uno tuvo un total de 280 animales por gramo, por otro lado, el tanque dos obtuvo 260 animales por gramo. Esta diferencia del día de la cosecha es porque el cliente decide comprarlo en ese estadio.

Figura 2

Crecimiento diario con la artemia "A" en el estadio desde pl5 hasta su respectiva cosecha.

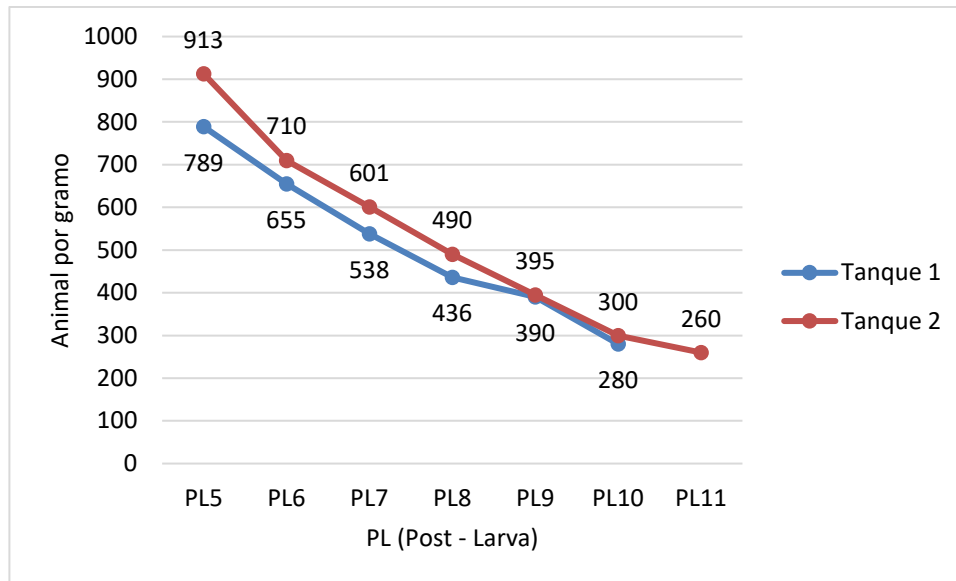
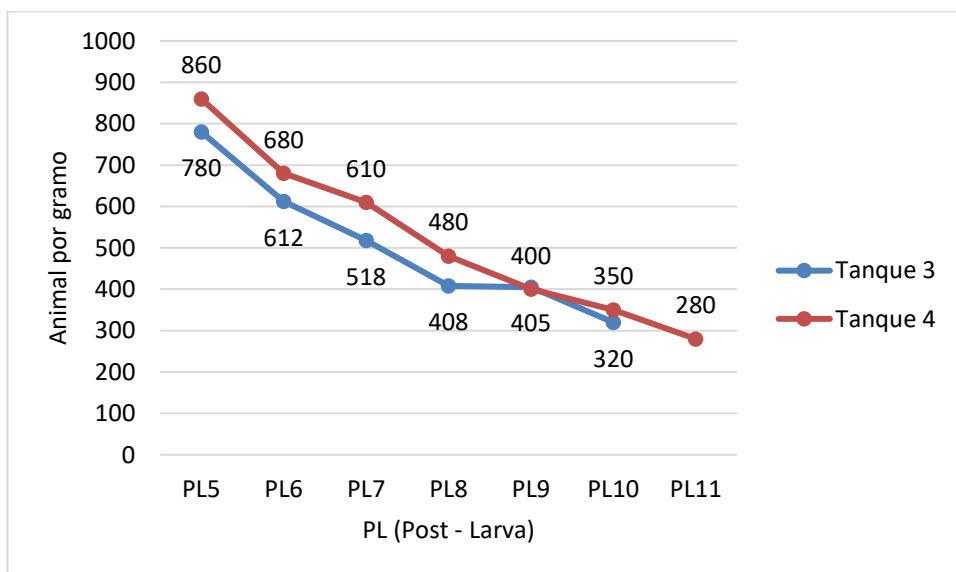


Figura 3

Crecimiento diario con la artemia "B" en el estadio desde pl5 hasta su respectiva cosecha.



Como se demuestra en la figura 3 en el crecimiento de las larvas con la artemia "B" para los tanques 3 y 4 es casi similar con la artemia "A". Sin embargo, presento mayor deformidad desde el inicio. También, su ritmo de disminución de animales por gramo es más estable, sin índices de caídas bruscas significando una conversión de biomasa más equilibrada.

Figura 4

Crecimiento promedio entre la artemia "A" y "B" por animales por gramo desde pl5 hasta su cosecha.

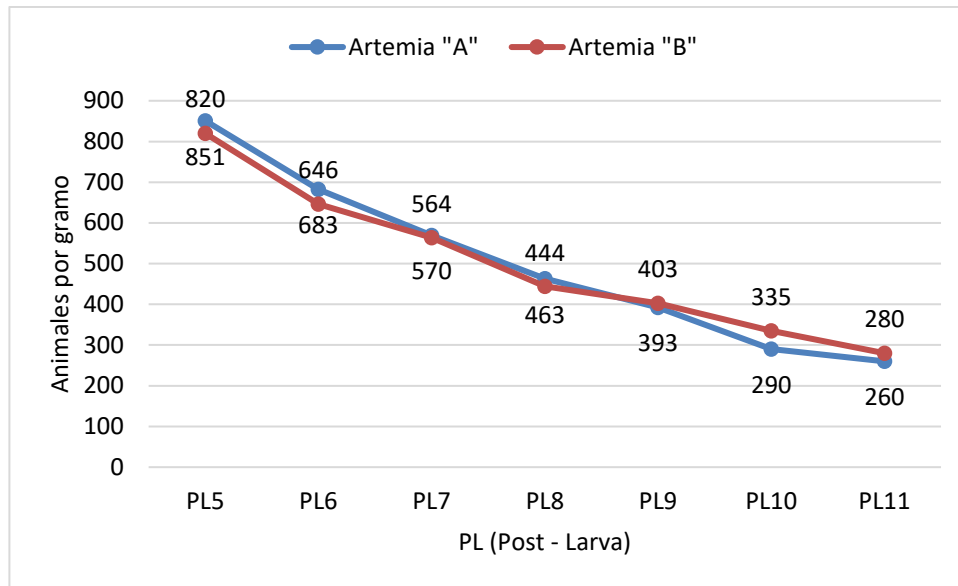
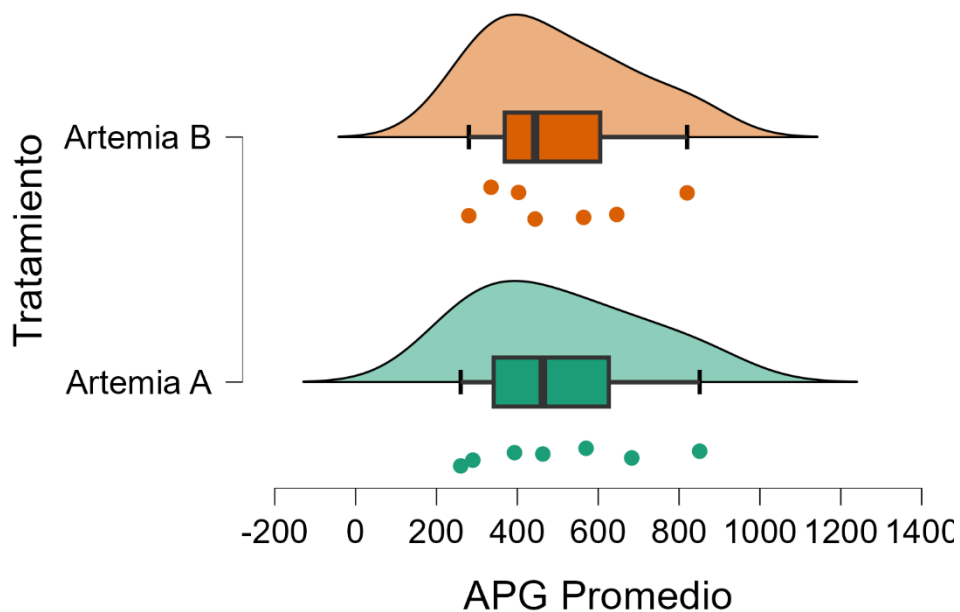


Figura 5

Crecimiento representado a través del software JASP.



Con la visualización de resultados obtenidos en las figuras 4 y 5 el comportamiento del crecimiento de los dos tratamientos en promedio es constante y efectivo, sin embargo, hay una notable diferencia entre la artemia "A" con la "B" teniendo un número mejor de APG (animales por gramo) y al mismo tiempo presenta una mayor variabilidad que la otra. Esta pequeña diferencia en escalas mayores podría significar un gran beneficio en términos de producción.

Se puede concluir que en términos de crecimiento la artemia “A” tiene una ligera ventaja en obtención de masa y mayor uniformidad bajo las condiciones de producción dentro de Pacifilab S.A.

Análisis Estadístico del APG Mediante Prueba t

Como se había mencionado antes, solamente se utilizó 4 tanques debido a que es un proyecto sin antecedentes, por lo tanto, se recomienda trabajar con volumen pequeño papara prevenir cualquier tipo de riesgo.

Así mismo, se realizó un modelo estadístico como la prueba t student a través de la plataforma JASP y se corrobore los datos con el software Stata para los tratamientos con el fin de observar diferencias significativas en el crecimiento.

Cuadro 13

Análisis estadístico mediante prueba t.

	T	DF	P
APG Promedio	0.024	12	0.981

Nota. $P > 0.05$

Estos resultados estadísticos ($P > 0.05$) indican que bajo las condiciones experimentales y el limitado número de replicas, no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos. Se escogieron dos repeticiones para cada tratamiento debido a que son los tanques más pequeños, sin embargo, para que hubiera diferencias significativas deberían ser 5 repeticiones como mínimo (lo recomendado).

No obstante, esta significancia no implica que sean iguales en términos operativos, por lo tanto, se analizaron indicadores como el ingreso neto y la rentabilidad para cada tratamiento para ver desde el punto de vista técnico y económico para así aportar valor a la toma de decisiones bajo contextos productivos.

Cuadro 14

Resumen descriptivo mediante prueba t.

Grupo	N	Mean	SD	SE	Coficiente de variación
Artemia A	7	501.429	214.513	81.078	0.428
Artemia B	7	498.857	189.725	71.709	0.380

Nota. Diferencia de 3 unidades en la media.

El cuadro 14 presenta un resumen descriptivo de la variable AGP promedio, con dos grupos independientes, en este caso, la artemia "A" y "B". cada grupo consta de 7 muestras (fases de PL5 hasta PL11) permitiendo una comparación exacta en su crecimiento. Se puede observar una diferencia de aproximadamente 3 unidades en sus medias, aunque el error y desviación estándar son bajos lo que indica que no hay una disparidad en el crecimiento entre los dos tratamientos. Concordando con los resultados de la prueba t ($P > 0.05$) que no hay una diferencia significativa entre las medias ni en el crecimiento.

Análisis Económico

Dentro del análisis económico de los dos tipos de artemias utilizadas como alimento en la producción de larva de camarón, se incluyeron los ingresos, costos fijos y variables, ganancias, rentabilidad (formula [3]), punto de equilibrio (formula [4]), IR (formula [5]). Este análisis nos permite saber la eficiencia productiva y económica de los tratamientos siendo de gran ayuda para los productores a futuro.

A través de la formula [3] se obtuvieron los siguientes resultados en rentabilidad.

$$\text{Rentabilidad para artemia "A"} = \frac{1,365.20}{2,808} * 100$$

$$\text{Rentabilidad para artemia "A"} = 48.62\%$$

$$\text{Rentabilidad para artemia "B"} = \frac{1,353.36}{2,808} * 100$$

$$\text{Rentabilidad para artemia "B"} = 48.20\%$$

Con la fórmula [4] se obtuvieron los siguientes resultados.

$$\text{Punto de equilibrio para artemia "A"} = \frac{\$600.34}{\$2 - \$0.56}$$

$$\text{Punto de equilibrio para artemia "A"} = 458 \text{ millares}$$

$$\text{Punto de equilibrio para la artemia "B"} = \frac{\$600.34}{\$2 - \$0.57}$$

$$\text{Punto de equilibrio para la artemia "B"} = 460 \text{ millares}$$

Este análisis evidencia que el primer tratamiento "A" tiene que producir 458 millares de larva para poder alcanzar un equilibrio económico, por otro lado, el tratamiento "B" con una producción de 460 millares. Este es un indicador que demuestra como el primer ensayo necesita menores unidades de producción para cubrir todos los costos de producción.

Para obtener el ingreso neto se usó la formula [5].

$$\text{Ingreso neto para artemia "A"} = \frac{\$1,365.20}{\$1,442.80}$$

$$\text{Ingreso neto para artemia "A"} = 0.946$$

$$\text{Ingreso neto para artemia "B"} = \frac{\$1,353.36}{\$1,454.64}$$

$$\text{Ingreso neto para artemia "B"} = 0.930$$

Con los valores obtenidos por la formula [5], este indicador muestra que por cada dólar invertido para el tratamiento "A" genera una ganancia neta de 94.6 centavos y para el tratamiento "B" de 93 centavos. Aunque no hay una diferencia significativa, desde el punto de vista económico, ambos son opciones viables. Sin embargo, si puede ser operativamente relevante a gran escala.

Para este caso, el ingreso neto fue utilizado como un indicador respecto a los beneficios obtenidos al costo por tratamiento, mientras que la rentabilidad fue usada para obtener los beneficios sobre los ingresos por cada experimento. Se mantendrá dicha distinción de conceptos para evitar ambigüedades en el análisis económico.

No obstante, como no hay diferencias significativas, se debe de tomar en consideración factores técnicos como sobrevivencia y costos de producción para el laboratorio. El periodo de recuperación de los costos del presente estudio es cubierto de manera mensual debido que se hace

una “corrida” por cada mes y se ingresa el dinero de los clientes de las “corridas” anteriores permitiendo un seguimiento continuo del laboratorio.

Cuadro 15

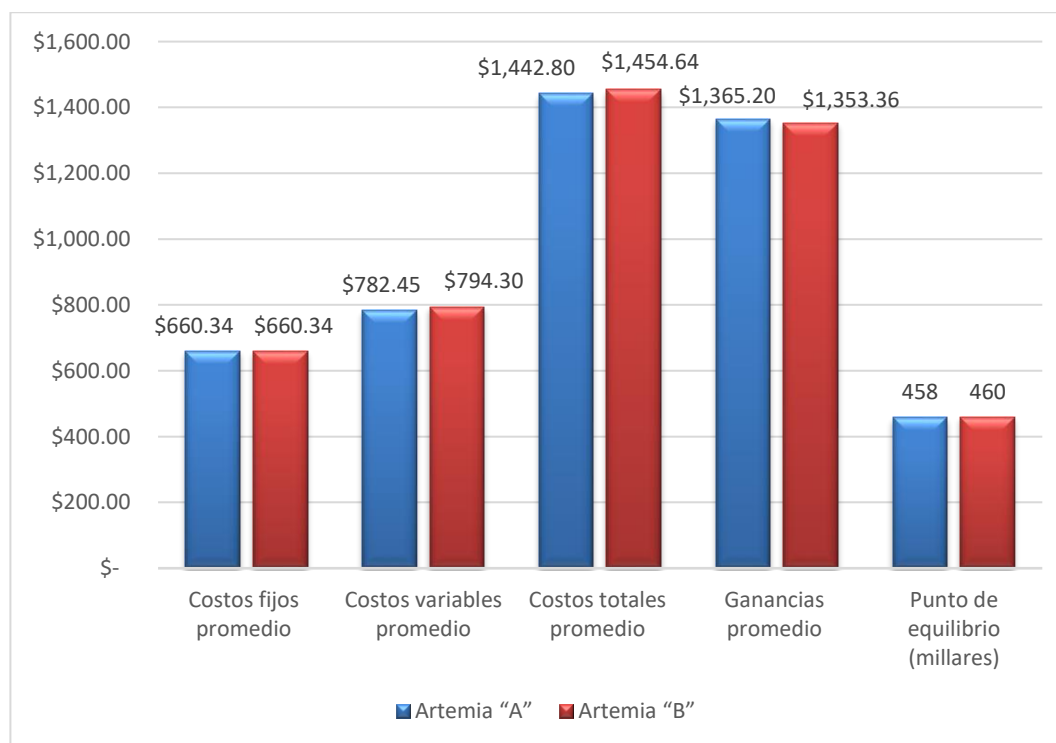
Resumen económico de la producción de artemia por los tratamientos.

Concepto	Tratamientos		Diferencia	Mejor opción
	Artemia “A”	Artemia “B”		
Ingreso total promedio	\$2,808	\$2,808	=	=
Costos fijos promedio	\$660.34	\$660.34	=	=
Costos variables promedio	\$782.45	\$794.30	-\$11.84	A
Costos totales promedio	\$1,442.80	\$1,454.64	- \$11.84	A
Ganancias promedio	\$1,365.20	\$1,353.36	+\$11.84	A
Ingreso neto	0.946	0.930	+1.58%	A
Rentabilidad	48.62%	48.20%	+0.42%	A
Sobrevivencia %	78	78	=	=
Mortalidad %	22	22	=	=
Punto de equilibrio	458 millares	460 millares	- 2 millares	A

Nota. El análisis económico se basó en los promedios generales obtenidos por tratamiento, como se hizo por promedios no se tomó en cuenta valores individuales para poder hacer un análisis inferencial. No obstante, se realizó un análisis comparativo donde permite observar las diferencias en costos, ganancias, rentabilidad y cual es mejor opción.

Figura 6

Representación del resumen económico por los tratamientos.



Según el cuadro 15 y figura 6 se representa un resumen económico comparando los costos de producción entre las dos artemias "A" y "B". Donde se obtuvieron los mismos ingresos promedios de \$2,808.00 al ser el precio de \$2 por millar.

La artemia "A" tuvo menores costos variables promedios de \$782.45 que el otro ensayo de \$794.30 y, en consecuencia, un menor costo total promedio, sin embargo, permitiendo que la artemia "A" obtenga un promedio de ganancia más alta de \$1,365.20 en comparación con la artemia "B" de \$1.353.36.

No obstante, en términos absolutos tanto el primer tratamiento como el segundo presentan un periodo de recuperación mensual ya que su retorno cubre los gastos de la inversión inicial, es decir, que según los datos obtenidos del ingreso neto que por cada dólar invertido se gana aproximadamente 0.946 y 0.93 centavos adicional, sin embargo, para estos negocios se deben hacer cálculos de rentabilidad anualmente debido que no todos los ciclos productivos no son iguales.

La artemia "A" demostró un mejor resultado levemente en términos de crecimiento, sin embargo, no hay diferencia estadísticamente significativa. Esta pequeña diferencia es porque este tipo de artemia proporciona alto contenido en proteínas, convirtiéndolos en una fuente rica para el desarrollo larvario. A pesar de los parámetros de sobrevivencia fueron los mismos, esta ventaja nutricional puede verse traducida en mayor escala para mostrar su desempeño real.

Desde el punto de vista económico, la artemia "A" demuestra una ligera superioridad operativa para Pacifilab S.A. debido que tiene una rentabilidad superior (48.62% a 48.20%) a pesar de su precio de compra es ligeramente superior (\$2 más). Aunque, no hay diferencias significativas puede ser considerada una mejor opción bajo las condiciones actuales del laboratorio.

Discusión

Cuadro 16

Comparación con otros estudios sobre el uso y reemplazo de artemia como fuente de alimento.

Autor/año	Alimento evaluado	Principales resultados	Comparación con este estudio
(Briones Pino, 2024)	Artemia franciscana y parthenogenética	Sobrevivencia levemente superior (82% vs 77%)	No hay diferencias significativas en el crecimiento con las diferencias artemias excepto en la sobrevivencia.
(Palacios y Vega, 1998)	Artemia vs nematodos	Artemia mejores resultados en sobrevivencia y crecimiento	Refuerza la superioridad nutricional del uso de artemia a pesar de su costo
(López et al., 2017)	Reemplazo de artemia por zooplancton	La artemia obtiene mejores eficiencia económica y productiva a pesar de tener un mayor costo de producción.	Respalda la eficiencia del uso de la artemia

Nota. Autoría propia (2025).

Al comparar los distintos estudios acerca del uso de artemia para principal fuente de alimentación en la larvicultura, se puede observar que los diferentes tratamientos usados (procesada, eclosionada, nematodos, zooplancton, etc.) todas demuestran la importancia del uso de la artemia como alimento principal en las etapas tempranas del desarrollo larval. Por su parte (Palacios y Vega, 1998) y (López et al., 2017) demuestran la ineficiencia de la sustitución de la artemia por nematodos y zooplancton, confirmando la artemia como mejor opción funcional para la alimentación.

Los resultados estadísticos a través de la prueba t no demuestran diferencias significativas entre los tratamientos en el crecimiento ($p > 0.05$). Es esencial recalcar que el tamaño de las muestras es limitado ($n = 4$ tanques, dos tanques por cada tratamiento) perjudicando a una limitación estadística. Teniendo como consecuencia en poder cometer error tipo II. Sin embargo, se observan diferencias operativas tanto en costos y rentabilidad que desde una perspectiva productiva es fundamental para la toma de decisiones para la larvicultura.

Conclusiones

A pesar de que los resultados no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), los resultados indican que hay un mejor desempeño para la artemia eclosionada en términos de crecimiento y margen económico que pueden ayudar en la toma de decisiones prácticas dentro del laboratorio.

El tratamiento "A" evidencia una mayor eficiencia operativa, debido que requiere un volumen de producción menor para alcanzar el punto de equilibrio y una rentabilidad mayor (48.62% vs 48.20%) siendo una alternativa más eficiente para el productor.

Ambos tratamientos muestran un ingreso neto similar, lo que indica que por cada dólar invertido la ganancia neta es de 0.94 centavos para la artemia "A" y para la artemia "B" de 0.93 centavos, evidenciando la viabilidad económica, pero con una ligera ventaja para el tratamiento "A".

Los resultados demuestran que hay un comportamiento casi homogéneo para los dos tratamientos, no obstante, la artemia "A" tiene un mayor aumento en masa por lo tanto significaría una mayor eficiencia operativa.

Al comparar los resultados económicos de los tratamientos "A" y "B" se puede observar que hay pequeñas diferencias entre los ensayos. Sin embargo, indican que la opción "A" muestra mayor ventaja operativa en términos de ganancia neta. Sin embargo, aunque las diferencias no son significativas, el tratamiento "A" podría ser una mejor relación costo – beneficio bajo las condiciones determinadas y a gran escala.

Recomendaciones

Con los datos obtenidos se recomienda utilizar la artemia "A" en el laboratorio para futuras producciones en el desarrollo de larvas para camarón ya que se obtiene un crecimiento rápido y homogéneo y es más rentable (48.62% vs.48.20%) para el productor a pesar de ser un poco más cara en el mercado.

Se recomienda el uso de la artemia "A" en caso de un aumento en el precio en insumos o cuando no haya suficiente capital debido a que no hay diferencias significativas en crecimiento.

Desde el punto de vista técnico, los tipos de artemia utilizadas no afecto en el crecimiento de manera significativa, sin embargo, se sugiere hacer estudios a futuro donde incluya un mayor número de replicas para aumentar el vigor estadístico y poder determinar los efectos de los tipos de artemia sobre el crecimiento larval.

Se sugiere realizar ensayos comparativos con la implementación de otros alimentos vivos y ser combinados con la artemia "A" con el propósito de lograr una alimentación más económica y que tengan el mismo o mejor resultado para futuras producciones.

Referencias

- Amado, G., Lora, J., Rosales, M. y Bicity, J. P. (2018). *Producción de camarones*. <https://elproductor.com/2018/03/produccion-de-camarones/#>
- Archer Daniels Midland Company. (2019). *Complete feed for fish and shrimp*. https://www.bernaqua.com/wp-content/uploads/ADM_TC_Aqua-HN_Vitellus.pdf
- Atahualpa, A. (2023). Cómo Ecuador se convirtió en el mayor exportador mundial de camarones (y qué papel clave jugó China). *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65247655>
- Boyd, C. (2022). *El oxígeno disuelto es una preocupación importante en la acuicultura. Este es el por qué*. Global Seafood Alliance. <https://www.globalseafood.org/advocate/el-oxigeno-disuelto-es-una-preocupacion-importante-en-la-acuicultura-este-es-el-por-que/>
- Briones Pino, F. A. (2024). *Comparación de la Artemia Franciscana y Artemia Parthenogénica implementada en la alimentación de postlarvas de camarón Penaeus Vannamei en un sistema de producción* [Tesis, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024, Ecuador]. repositorio.upse.edu.ec. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11797>
- Calderón, J. (2023). *La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe: El estado actual de la acuicultura en Ecuador y perfiles de nutrición y alimentación*. <https://www.fao.org/4/AB487S/AB487S08.htm>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2022). *Estadísticas: Reporte de exportaciones ecuatorianas totales*. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Fino, W. (2020). *Presupuesto parcial*. Issuu. https://issuu.com/williamfinogt/docs/revista_zootecnia_2020/s/11373441
- Instituto del agua. (2024). *Parámetros de Calidad de Agua Cruciales para un Cultivo Exitoso de Camarón: Calidad de agua*. <https://institutodelagua.es/acuicultura/parametros-de-calidad-de-agua-en-cultivo-de-camaroncalidad-del-agua/>
- Intermas. (2024). *Artemia salina: Camaronicultura*. <https://www.intermas.com/es/nuestras-actividades/aquaculture/un-producto-para/camaronicultura/artemia-salina.html>
- López, C., Alberto, J. y Cárdenas, L. (2017). *Evaluación técnica y económica del reemplazo de Artemia spp. por zooplancton en larvicultura de camarón (Penaeus vannamei)* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/7f10e6f1-cb8f-438f-8c9d-6965ce97682d>
- Lujan, M. (2024). *Optimizar la producción de artemia para alimentar las larvas y reproductores del camarón*. AquaHoy. <https://aquahoy.com/optimizar-produccion-artemia-alimentar-larvas-reproductores-camaron/>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2024). *Análisis trimestral de comercio exterior (ene-mar 2024)*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/05/Analisis-trimestral-de-comercio-exterior-ene-mar-2024.pdf>
- Molinos Champion. (2021). *¿Cómo influye la salinidad en el cultivo de camarones?* <https://molinoschampion.com/salinidad-en-el-cultivo-de-camarones/>
- Munich Business School. (2024). *Punto de equilibrio*. <https://www.munich-business-school.de/es/l/diccionario-de-estudios-empresariales/punto-de-equilibrio>
- Natrah, F., Bossier, P., Sorgeloos, P., Yusoff, F. y Defoirdt, T. (2014). Significance of microalgal–bacterial interactions for aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 6(1), 48–61. <https://doi.org/10.1111/raq.12024>
- Palacios, G. y Vega, J. (1998). Sustitución de Artemia por nematodos en la alimentación de postlarvas (PL 6 a PL 10) del camarón marino (Penaeus vannamei boone 1936). *Uniciencia*, 15(1), 49–55.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5690/0?articlesBySameAuthorPage=26>

Palma, M. (2023). *¿Por qué es importante controlar el pH en la cría de camarones?*
<https://molinoschampion.com/por-que-es-importante-controlar-el-ph-en-la-cria-de-camarones/>

Anexos

Anexo A

Ubicación del laboratorio por Google Maps

https://www.google.com/maps/place/2%C2%B015'49.0%22S+80%C2%B055'52.3%22W/@-2.2636099,-80.9337654,666m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d-2.2636099!4d-80.9311905?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAyOS4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D

Anexo B

Tanques "gemelos" utilizados para el experimento

Tanque 1 y 2



Tanque 3 y 4



Anexo C

Cono para eclosionar artemia.



Anexo D

Equipo de medición de parámetros.

Termómetro y pH metro



Salino metro



Caldero

