



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Comparación de la supervivencia y crecimiento de postlarvas de *Penaeus vannamei* al utilizar pasta de artemia comercial (*Artemia sp.*) frente a artemia descapsulada *in situ*.

AUTOR

BLGO. VON BUCHWALD WEISSON CARLOS OTTO

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ACUICULTURA**

TUTOR:

MSC. BLACIO GAME JORGE ENRIQUE

Santa Elena, Ecuador

Año 2025



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**PhD. ROXANA ÁLVAREZ ACOSTA
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

**MSC. ENRIQUE BLACIO GAME
TUTOR**

**PhD. JERRY LANDIVAR ZAMBRANO
ESPECIALISTA**

**PhD. GEOVANNA PARRA RIOFRÍO
ESPECIALISTA**

**AB. MARÍA RIVERA GONZÁLEZ, MGS.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN:

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por *von Buchwald Weisson Carlos Otto*, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

Atentamente,

MSC. BLACIO GAME JORGE ENRIQUE
C.I. 0907137376
TUTOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, VON BUCHWALD WEISSON CARLOS OTTO

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación “Comparación de la supervivencia y crecimiento de postlarvas de *Penaeus vannamei* al utilizar pasta de artemia comercial (*Artemia sp.*) frente a artemia descapsulada *in situ*.” previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 15 días del mes de octubre del año 2025.

BLGO. VON BUCHWALD WEISSON CARLOS OTTO
C.I. 0910983279
AUTOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, VON BUCHWALD WEISSON CARLOS OTTO

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 15 días del mes de octubre del año 2025.

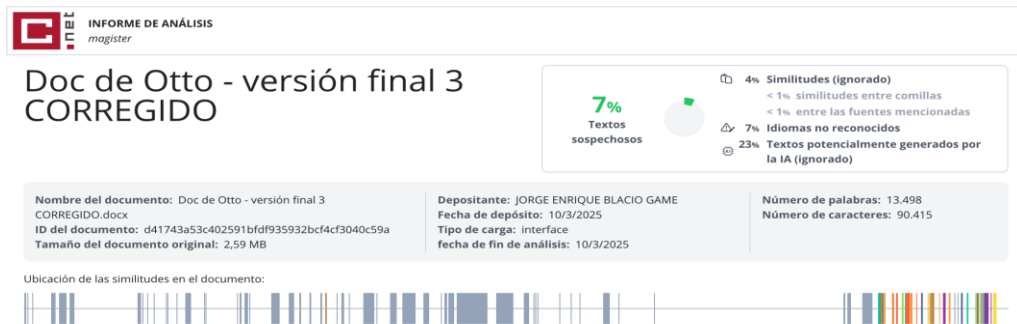
BLGO. VON BUCHWALD WEISSON CARLOS OTTO
C.I. 0910983279
AUTOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Comparación de la supervivencia y crecimiento de postlarvas de *Penaeus vannamei* al utilizar pasta de artemia comercial (*Artemia sp.*) frente a artemia descapsulada *in situ.*, presentado por el estudiante, Buchwald Weisson Carlos Otto fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 7%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



**MSC. BLACIO GAME JORGE ENRIQUE
C.I. 0907137376
TUTOR**

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a mi esposa, Katherine Badillo, a mis hijos Anne Katrin y Alexander von Buchwald por su amor, paciencia y compañía a lo largo de este proceso educativo. Sus palabras de ánimo, comprensión y confianza en mí han sido de gran valor para motivarme y esforzarme. Esta consecución también es suya, ya que su apoyo y sacrificio han sido primordiales para que pudiera lograr este objetivo.

¡Con todo mi amor y gratitud!

Carlos Otto, von Buchwald Weisson

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos, cuyo apoyo incondicional y sacrificios han sido mi mayor fuente de inspiración a lo largo de este camino académico. Su amor y confianza en mis capacidades me han motivado a superar cada desafío.

A mis profesores, compañeros con los cuales compartí esas largas y extenuantes jornadas de estudio.

A todos ustedes, les dedico con gratitud y admiración este esfuerzo culminado.

Carlos Otto, von Buchwald Weisson

ÍNDICE

TEMA	I
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
AUTORIZACIÓN	V
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	17
PROBLEMÁTICA	20
JUSTIFICACIÓN	21
OBJETIVOS	22
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO	23
Hipótesis:	23
MARCO TEÓRICO	24
Antecedentes del cultivo de artemia	24
Aspectos generales de la <i>Artemia sp.</i>	24
Taxonomía	25
Morfología	25
Ciclo Biológico	26
Características nutricionales de la artemia y su relevancia en el cultivo de post-larvas de camarón	27
Contenido proteico	27

Lípidos y ácidos grasos esenciales	28
Capacidad de enriquecimiento.....	28
Avances en el uso de Artemia comercial.....	29
Investigaciones sobre la eficacia de la pasta de Artemia comercial en la nutrición de larvas de camarón	30
Ventajas y desventajas de la Artemia comercial	30
Descapsulación de Artemia <i>in situ</i>	31
Método para la descapsulación de Artemia.....	31
Ventajas de la Artemia descapsulada <i>in situ</i> : gran disponibilidad de nutrientes y bajo costo.....	32
Desafíos de la producción <i>in situ</i> y manejo en sistemas acuícolas.....	32
Careos anteriores entre Artemia comercial y Artemia descapsulada	32
Estudio económico y sostenibilidad del uso de cada tipo de Artemia.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
CLASE DE INVESTIGACIÓN	34
DISEÑO DE MUESTREO.....	35
Descripción del área de estudio	35
Diseño del experimento	35
Procedimientos de la prueba.....	36
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
Estimación de población de Post-larvas de camarón <i>P. vannamei</i>	37
Procedimiento de cosecha	38
Procedimientos de obtención de Artemia.....	38

Estimación de nauplios de Artemia por gramo en pasta de Artemia comercial y Artemia descapsulada <i>in situ</i>	40
MATERIALES	41
Producción de Artemia	41
Cuantificación de Artemia	41
Estimación de población diaria.....	41
Crecimiento, Coeficiente de Variación (Cv), Longitud Total (Lt), Uniformidad y Pigmentación de las post-larvas cultivadas	42
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
SUPERVIVENCIA	43
CRECIMIENTO	45
CONTEO DE NAUPLIOS DE ARTEMIA POR GRAMO.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología externa de <i>artemia sp.</i>	26
Figura 2. Ciclo biológico de <i>artemia sp.</i>	27
Figura 3: Esquema de flujo de la metodología.....	37
Figura 4. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de Supervivencia. 1. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i>	44
Figura 5. Comparación estadística de datos de Supervivencia. 1. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i>	45
Figura 6. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de Crecimiento. 1. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i>	47
Figura 7. Comparación estadística de datos de Crecimiento. 1. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i>	48
Figura 8. Uniformidad de Talla de post-larvas analizadas con LarvIa. 1. Post-larvas alimentadas con Artemia comercial, 2- Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i>	49
Figura 9. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de conteo de nauplio de Artemia por gramo. 1. Artemia comercial; 2. Artemia descapsulada <i>in situ</i>	51
Figura 10. Comparación estadística de datos de conteo de nauplio de Artemia por gramo. A. Artemia comercial; B. Artemia descapsulada <i>in situ</i>	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para Supervivencia; Donde; A. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, B. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i> , gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.	43
Tabla 2. Prueba de <i>t</i> de Student para supervivencia; Donde <i>t</i> y <i>P</i> son valores de comparación para diferencias estadísticas.....	44
Tabla 3. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para Crecimiento; Donde; A. Post-larvas <i>P. vannamei</i> alimentadas con Artemia comercial, B. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada <i>in situ</i> , gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.	46
Tabla 4. Prueba de <i>t</i> de Student para supervivencia; Donde <i>t</i> y <i>P</i> son valores de comparación para diferencias estadísticas.....	46
Tabla 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el conteo de nauplio de Artemia por gramo; Donde; A. Artemia comercial, B. con Artemia descapsulada <i>in situ</i> , gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.	50
Tabla 6. Prueba de <i>t</i> de Student para el conteo de nauplio de Artemia por gramo; Donde <i>t</i> y <i>P</i> son valores de comparación para diferencias estadísticas.....	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Preparación para cosecha, descenso de niveles.	62
Ilustración 2: Artemia cosechada.....	62
Ilustración 3: Preparación y desinfección de equipos para recepción de la Artemia cosechada.....	63
Ilustración 4: <i>Artemia sp.</i> , previo a pesaje para almacenamiento y posterior distribución.	63
Ilustración 5: Obtención de muestra para calcular Artemia/gr.	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba de normalidad para Conteo de nauplios por gramo del Tratamiento 1 ...	64
Anexo 2. Prueba de normalidad para Conteo de nauplios por gramo del Tratamiento 2 ...	65
Anexo 3. Prueba de normalidad para Supervivencia para el Tratamiento 1	65
Anexo 4. Prueba de normalidad para Supervivencia para el Tratamiento 2	66
Anexo 5. Prueba de normalidad para Crecimiento para el Tratamiento 1	66
Anexo 6. Prueba de normalidad para Crecimiento para el Tratamiento 2	67

RESUMEN

La calidad de la Artemia en el cultivo de larvas de *Penaeus vannamei* no es constante; debido a las exigencias en las producciones de larvas de camarón se busca la máxima eficiencia en el uso de los insumos especialmente la Artemia. Por lo cual el presente trabajo comparó la supervivencia y crecimiento de post-larvas de *P. vannamei* alimentadas con dos diferentes tratamientos; pasta de Artemia comercial (*Artemia sp.*) A y Artemia descapsulada *in situ* B. Se evaluaron parámetros de supervivencia, crecimiento en términos de peso y longitud, y la eficiencia alimenticia en ambas dietas. Se realizó 3 repeticiones de cada tratamiento, durante 3 ciclos, con las mismas condiciones controladas de siembra, alimentación suplementaria, dotación de algas, volúmenes de agua, aire, temperatura y salinidad. Los resultados obtenidos demostraron que las post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ* (B) registraron una tasa de supervivencia del 44,81%, valor inferior al observado en el grupo alimentado con pasta de Artemia comercial (A), que alcanzó un 55,95%. Respecto al crecimiento, se vio que post-larvas alimentadas con las dos dietas poseían un incremento promedio en peso y longitud de 2,65% menor para A con respecto a B. Este dato nos da a entender que la asimilación de nutrientes entre ambas dietas fue similar, a pesar de que ambos se formularan diferentemente. Estos resultados nos dicen que la Artemia de pasta comercial en este estudio puede llegar a ser una alternativa más rentable y efectiva para la alimentación de post-larvas de *P. vannamei*, presentando un gran potencial para su producción en sistemas acuícolas.

Palabras clave: *Penaeus vannamei*, *Artemia sp.*, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

The quality of Artemia in the cultivation of *Penaeus vannamei* larvae is not consistent; due to the demands of shrimp larvae production, maximum efficiency in the use of inputs, especially Artemia, is sought. Therefore, this study compared the survival and growth of *P. vannamei* post-larvae fed two different treatments: commercial Artemia paste (*Artemia sp.*) A and Artemia decapsulated *in situ* B. Survival parameters, growth in terms of weight and length, and feed efficiency were evaluated for both diets. Three replicates of each treatment were carried out over three cycles, with the same controlled conditions for seeding, supplementary feeding, algae supply, water volume, air, temperature, and salinity. The results showed that post-larvae fed with Artemia decapsulated *in situ* (B) had a survival rate of 44,81%, which was lower than that observed in the group fed with commercial Artemia paste (A), which reached 55,95%. In terms of growth, post-larvae fed with both diets showed an average increase in weight and length that was 2.65% lower for A than for B. This data suggests that nutrient assimilation between the two diets was similar, despite the fact that they were formulated differently. These results tell us that commercial Artemia paste in this study may be a more profitable and effective alternative for feeding *P. vannamei* post-larvae, showing great potential for production in aquaculture systems.

Keywords: *Penaeus vannamei*, *Artemia sp.*, growth, survival rate.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura se ha afianzado como una industria primordial para satisfacer las progresivas necesidades del mercado global, tornándose en una acción esencial de obtención de alimentos sostenibles. Según la FAO (2020a), esta industria está encargada del 50% del abastecimiento mundial de productos acuáticos, por estas razones es una fuente significativa de proteína animal. Este adelanto ha sido posible gracias a la introducción de tecnologías modernas, técnicas de producción intensiva y la multiplicidad de especies cultivadas, elementos que han promovido no solo la sostenibilidad sino también la rentabilidad del sector. Dentro de las especies más producidas, los crustáceos, como *Penaeus vannamei*, han logrado una posición destacada en los mercados globales gracias a su elevado valor de comercio y constante demanda. (Wyban, J., 2007; FAO, 2020a).

Ecuador se ha convertido en uno de los líderes en producción a gran escala del camarón *Penaeus vannamei* (FAO, 2020b). La pesquería y larvicultura del camarón son importantes sectores de la industria ecuatoriana, que se basa en tecnología moderna y en patrones de trabajo sofisticados. En 2020, la producción nacional de camarón ascendió a 570 mil toneladas al año; en comparación con el período 2015-2020, habiendo un crecimiento del 9,2%. El referido desempeño consolidó al país como uno de los principales proveedores de camarón de cultivo en el hemisferio occidental. De acuerdo con la Federación Ecuatoriana de Exportadores, para el año 2020, el Ecuador participaba con el 50% o más del suministro total del sector anteriormente mencionado.

La camaronicultura es uno de los pilares económicos principales del sector costero, pues aproximadamente 180,000 personas dependen de su existencia, y el espacio de empleabilidad que genera (Domínguez, 2019). Con más de 50 años de producción, el sector camaronero representa más del 40% de las exportaciones totales de Ecuador, aprovechando su ventaja comparativa derivada de factores climáticos ideales que permiten la cosecha continua de la especie, con hasta cuatro ciclos anuales y una tasa de supervivencia del 65% por hectárea (Federación Ecuatoriana de Exportadores, 2020). Este rendimiento supera a los competidores internacionales, como los países asiáticos, y se complementa con un proceso de postcosecha y empaque que ha permitido posicionar al camarón ecuatoriano como uno de los mejores en el mundo, reconocido por su sabor, color y textura excepcionales (Verdugo, N., & Andrade, V., 2018).

Las larvas de *P. vannamei* requieren un manejo preciso en sus etapas iniciales, la alimentación es un aspecto crucial debido a la gran demanda de nutrientes esenciales para su desarrollo morfológico y fisiológico, en la cual el uso de alimentos vivos como microalgas, Artemia, rotíferos y copépodos es ampliamente practicada para el desarrollo inicial de esta, gracias a su alta biodisponibilidad y capacidad para estimular el consumo natural (Sánchez-Estudillo, 2011).

Dentro de los recursos utilizados para la producción de *P. vannamei* se destaca particularmente la *Artemia sp.* En un estudio descrito por Piña y colaboradores (2004a), expone que la suplementación de ésta aporta valores nutricionales por su contenido de proteínas, ácidos grasos esenciales, energía metabólica, digestibilidad, vitaminas y minerales que promueven el crecimiento, la supervivencia y el progreso de las larvas de camarón (Triantaphyllidis *et al.*, 1998a; Gaspar Reyes *et al.*, 2021a). Además, es un filtrador no selectivo por alimentarse a base de detritos particulados como los derivados de organismos vivos de tamaño adecuado, microalgas y bacterias principalmente (Salgado Leu, 2001). En el 2024, Córdova y colaboradores recalcan que la aplicación de biomasa viva de Artemia en la acuicultura mejora la calidad de agua brindándoles más espacios entre los intervalos de recambio, esto por su capacidad de filtración.

En la actualidad existen épocas aleatorias de escasez de Artemia donde se debe utilizar alimentos alternativos para la suplementación de sus dietas; sin embargo, como menciona Yockteng, J., (2009) los resultados en cuanto a productividad no son los esperados. Las consecuencias incluyen disparidad de tallas, retrasos al paso de estadíos, susceptibilidad a enfermedades siendo un problema no solo en producción de larvas, sino también escalando a malos rendimientos en piscinas de precrías y engorde. Todo esto da como resultado baja supervivencia, factores de conversión alimenticia preocupantes y mortalidad (Valarezo-Villacrez, G., & Baños-Cruz, G., 2016). En este contexto, se deduce que la implementación de Artemia es un aporte fundamental en el cultivo de larvas para *P. vannamei*.

En larvicultura, el uso de *Artemia sp.*, se ha afianzado desde hace muchos años. Una de las metodologías más usadas es la descapsulación, esta se fundamenta en la eliminación de la cáscara de los quistes mejorando la eclosión e incrementando el aprovechamiento del valor nutricional que posee la artemia para el desarrollo de las larvas (Madkour *et al.*, 2022). Además, la artemia también se utiliza en forma de pasta, la cual proporciona mayores facilidades en la administración y dosificación, ofreciendo los nutrientes fundamentales para

las etapas tempranas de crecimiento de los individuos a cultivar (Dhont y Van Stappen, 2003).

A pesar de los beneficios asociados al uso de *Artemia sp.*, en sus diferentes presentaciones, cada método posee limitaciones que afectan la eficiencia en la producción larvaria. En el caso de Artemia descapsulada, es un proceso que requiere condiciones controladas para evitar pérdidas en la calidad del producto final, es decir la no viabilidad de los nauplios, reducción del aporte nutricional y una baja cantidad de nauplios de Artemia por gramo (Mohammes, 2021). Por otro lado, la pasta de Artemia, aunque ofrece ventajas en términos de manejo y dosificación, enfrenta variabilidad en cuanto a composición nutricional, esto por procesamiento y la reducción de su frescura, lo que limita la efectividad de un alimento vivo.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la supervivencia y crecimiento de post-larvas de *P. vannamei* comparando el uso de pasta de Artemia comercial (*Artemia sp.*) con Artemia descapsulada *in situ* y como ésta afecta en su rendimiento en el crecimiento y la supervivencia de la cosecha final.

PROBLEMÁTICA

En la versatilidad de usos de *Artemia sp.*, en el sector productivo camaronero, cada método o finalidad presentan limitaciones que afectan directamente su eficiencia en la producción larvaria. La descapsulación in situ de Artemia, es un método frecuentemente utilizado, pero requiere condiciones controladas estrictas para mantener la calidad del producto final, evitando la inviabilidad de los nauplios, reducciones de aportes nutricionales y cantidades de nauplios por gramo por debajo de lo óptimo comercial (Madkour et al., 2022). Estas limitantes además de impactar en la dinámica ecosistémica de producción también incrementan costos operativos en los laboratorios de larvas de camarón, donde para subsanarlo se destina recursos adicionales para su preparación y monitoreo.

Al mismo tiempo, la pasta de Artemia se asocia con desventajas que están directamente relacionadas con variabilidad en la composición nutricional debido a procesos de transformación y el desarrollo de procesos de descomposición y pérdida de la frescura durante el almacenamiento, que disminuyen la eficacia de la nutrición de los organismos y, por lo tanto, el alimento vivo (Madkour et al., 2022). Asimismo, la acumulación de compuestos degradables no metabolizados en los sistemas de cultivo es un proceso no deseable y conduce a la carga adicional de nitrógeno en el sistema, lo que compromete la calidad del agua ambiental en el sistema (Endara-Cifuentes & Briones-Pacheco, 2023). En consecuencia, se pueden identificar todos los desafíos que se presentan ante un productor, quienes deben equilibrar, además de los requerimientos nutricionales adecuados, el costo y la sostenibilidad de sus operaciones.

JUSTIFICACIÓN

La producción acuícola de *Penaeus vannamei* se encuentra entre las actividades económicas más importantes a nivel mundial, particularmente en las regiones donde la camaricultura es una de las principales actividades de exportación. Como se señaló previamente en el contexto de la larvicultura, el éxito del cultivo es en gran parte una cuestión de calidad y efectividad de los alimentos utilizados durante las etapas tempranas de desarrollo larvario, por lo que *Artemia sp.*, se convierte en un recurso tan utilizado debido a su alto valor nutricional y flexibilidad de dosificación. Aun así, los métodos tradicionales de empleo de *Artemia sp.*, como la descapsulación *in situ* y presentación en pasta comercial, conllevan limitantes tanto técnicas como operativas que afectan la supervivencia, el correcto desarrollo y el crecimiento de las post-larvas de camarón.

A pesar de que la descapsulación mejora tasas de eclosión y conduce al aprovechamiento de nutrientes, su uso frecuente puede incurrir en errores que pueden comprometer la viabilidad de los nauplios. Por otro lado, la pasta comercial de *Artemia*, que ofrece ventajas en términos de facilidad de manejo y dosificación, sufre problemas relacionados con la pérdida de línea de refrigeración y la variabilidad en su composición nutricional, derivados de los procesos de elaboración y transportación.

Frente a estas desventajas, es necesario contrastar ambas metodologías, para poder identificar cuál brinda mejores resultados con respecto a la supervivencia y el desarrollo de post-larvas de *Penaeus vannamei*. Este estudio no solo proporcionará una mejora en los métodos de alimentación en larvicultura, sino que también ayudará a la evolución de la industria acuícola, avalando tácticas eficaces, rentables y comprometidas con el medio ambiente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la supervivencia y crecimiento de post-larvas de *P. vannamei* comparando el uso de pasta de Artemia comercial (*Artemia sp.*) con Artemia descapsulada *in situ*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Calcular la cantidad de nauplios por gramo de la pasta de Artemia comercial con relación al de la Artemia descapsulada *in situ*.
2. Evaluar la sobrevivencia de las post-larvas de *P. vannamei* alimentadas con pasta de Artemia comercial y Artemia descapsulada *in situ* durante un período determinado en el cultivo.
3. Comparar el crecimiento de las post-larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con pasta de Artemia comercial versus Artemia descapsulada *in situ* mediante el registro de parámetros de crecimiento como peso, longitud y biomasa.

PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO

HIPÓTESIS:

Existe una diferencia significativa en la supervivencia y crecimiento de post-larvas de *Penaeus vannamei* entre el uso de pasta de Artemia comercial y Artemia descapsulada *in situ*, siendo una de las opciones superior a la otra en términos de supervivencia y crecimiento.

Variable independiente:

- Tipo de Artemia utilizada (pasta de Artemia comercial vs. Artemia descapsulada *in situ*).

Variable dependiente:

- Supervivencia y crecimiento de post-larvas de *Penaeus vannamei*.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE ARTEMIA

La Artemia ha sido utilizada ampliamente en la acuicultura desde mediados del siglo XX. Su uso inicial se registró en la década de 1930, cuando se descubrió su potencial como alimento vivo para organismos acuáticos, particularmente en acuarios. Sin embargo, su importancia comenzó a crecer significativamente durante la década de 1950, con el auge de la acuicultura comercial (Dhont & Sorgeloos, 2002). La Artemia, con su diversidad de variantes, ha cobrado importancia gracias a que puede guardarse como quistes inactivos. Estos quistes pueden activarse en entornos regulados, lo que ofrece una fuente directa de comida viva para crías y post-larvas de variadas especies marinas. En las décadas de los setenta y ochenta, al crecer la industria camaronera en Asia y Latinoamérica, la Artemia se afianzó como elemento crucial en los métodos de cultivo intensivo, además como una de las maneras más eficaces para alimentar las larvas de camarón en sus primeros estadios.

ASPECTOS GENERALES DE LA *Artemia* sp.

Tal como lo menciona Sorgeloos (2001), Artemia, generalmente llamada 'camarón de salmuera', es el crustáceo branquiópodo con mayor presencia a nivel global. Es un organismo universal y de rasgos primitivos, definido por mostrar un apreciable número de segmentos corporales y apéndices análogos, conocidos como toracópodos, situados en la región antero-lateral. Además, tiene una furca caudal minúscula y antenas filiformes.

Por su parte, Gaspar y colaboradores (2021a) señalan que la Artemia es el organismo más común y relevante en los ecosistemas hipersalinos de todo el mundo, a excepción de la Antártida. Estos ecosistemas suelen tener una baja diversidad tanto animal como vegetal, y una presencia limitada de depredadores. La salinidad es el factor externo más influyente en su ciclo vital, mientras que la temperatura también juega un papel clave, con un rango térmico de supervivencia entre 5 °C y 35 °C, que puede variar según la especie o población.

TAXONOMÍA

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Branchiopoda

Orden: Anostraca

Familia: Artemiidae (Grochowski, 1895)

Género: *Artemia* (Leach, 1819)

Artemia es un género que pertenece a los crustáceos branquiópodos, siendo el único miembro de la familia Artemiidae dentro del orden Anostraca. Estos crustáceos habitan principalmente en aguas salobres y, desde el Triásico, han experimentado poca evolución en su morfología. Las especies dentro de este género se clasifican de acuerdo a su lugar de origen y hasta la actualidad se reportan 12 (Triantaphyllidis et al., 1998b; Asem *et al.*, 2011). El registro más antiguo conocido de la existencia de *Artemia* data del año 982, con registros en el lago Urmia, en Irán. Sin embargo, el primer registro más claro y documentado corresponde a un informe ilustrado realizado por Schläsler en 1756, en el que se describen ejemplares encontrados en Lymington, Inglaterra (Asem, A., 2008).

MORFOLOGÍA

De acuerdo con Guilarte (2017), *Artemia* es un artrópodo cuya longitud oscila entre 10 y 20 mm. Este individuo se caracteriza por exhibir dos pares de antenas, un par de mandíbulas, dos pares de maxilas y un par de apéndices birrámeos en cada uno de los segmentos corporales, con cada apéndice dividido en dos ramas principales. La cabeza está conformada por la fusión de cinco segmentos, en los que se ubican los ojos compuestos y un ocelo frontal. Además, cuenta con antenas secundarias (anténulas) y antenas principales, las cuales en los machos se desarrollan como estructuras prensiles. El tórax está compuesto por once segmentos, cada uno con un par de filópodos o toracópodos. En cuanto al abdomen, este consta de ocho segmentos, donde los dos primeros corresponden a los segmentos genitales, y el último, denominado telson, presenta una furca caudal (Figura 1).

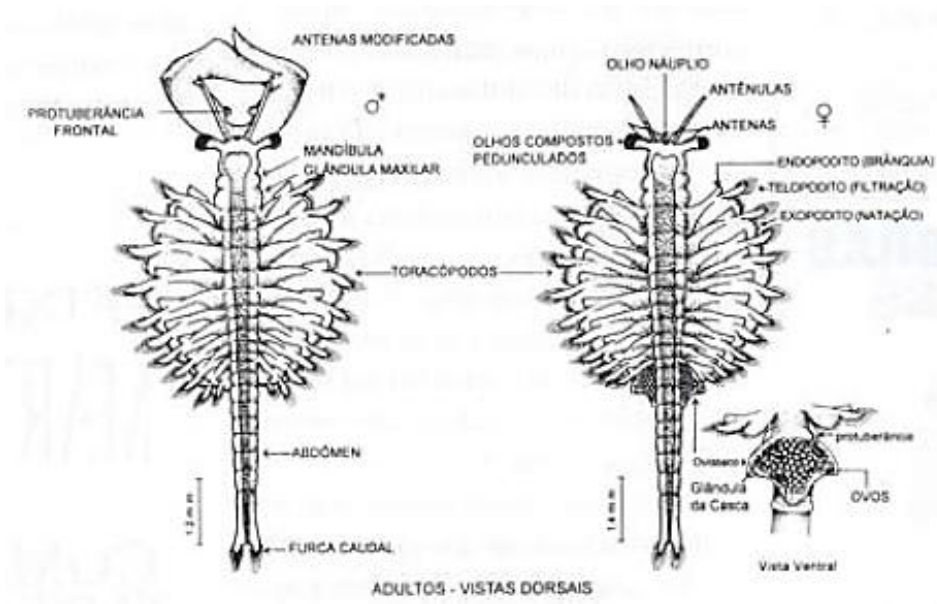


Figura 1. Morfología externa de *artemia sp.*

Fuente: FAO (1988)

CICLO BIOLÓGICO

Romero (2018) señaló que la *Artemia* tiene la habilidad particular de crear quistes, como una forma de ajustarse a condiciones ambientales difíciles que ponen en riesgo su vida, como salinidades muy elevadas, poco oxígeno o escasez de comida. En cuanto a cómo se reproducen, las hembras de *Artemia* pueden hacerlo de dos maneras: poniendo huevos o dando a luz crías vivas. Si optan por poner huevos, los embriones crecen hasta convertirse en gástrulas, cuando se encierran en una especie de cápsula, formando quistes que aportan resistencia frente a condiciones ambientales que son desfavorables. Por su parte, Gaspar *et al.* (2021b) señalan que, tras aproximadamente 24 horas de incubación en agua de mar a una temperatura de 28 °C, el corion de los quistes de *Artemia* se fractura, liberando el embrión, el cual permanece envuelto por una membrana transparente.

Este embrión empieza a moverse dentro de la membrana y, tras unas horas, el nauplio se desprende por completo de ella y comienza a nadar libremente, utilizando antenas modificadas para desplazarse y filtrar su alimento (Figura 2).

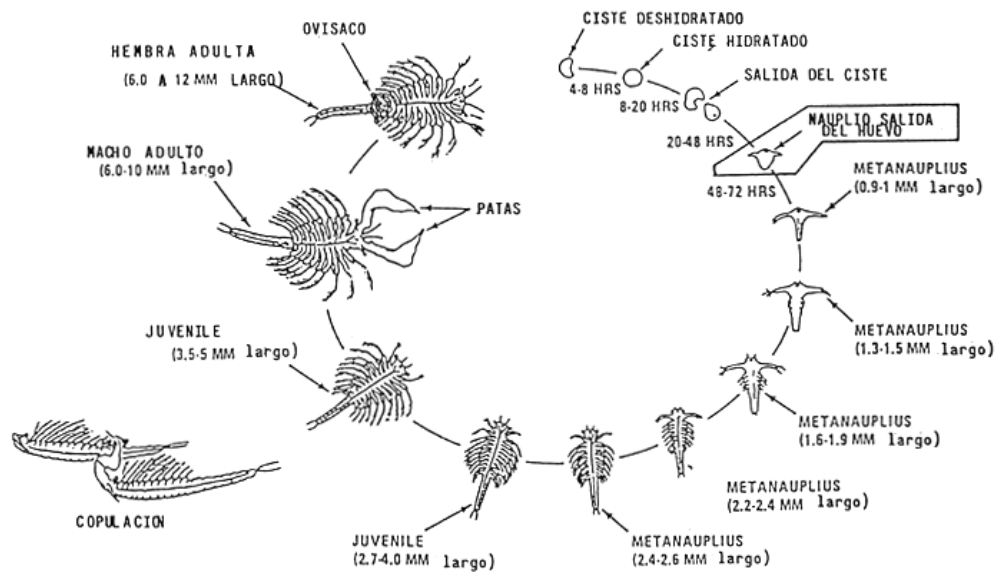


Figura 2. Ciclo biológico de *Artemia sp.*

Fuente: FAO (1988)

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA ARTEMIA Y SU RELEVANCIA EN EL CULTIVO DE POST-LARVAS DE CAMARÓN

La *Artemia* exhibe un valor nutritivo idóneo para la cría de larvas y post-larvas de camarón, gracias a su mezcla balanceada de macro y micronutrientes. Sus cualidades clave, que la hacen un bien indispensable para el cultivo de camarón, abarcan su alta cantidad de proteínas, grasas, ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y su opción de mejora nutricional.

CONTENIDO PROTEICO

La *Artemia* sobresale gracias a su elevada concentración de proteínas, que varía aproximadamente entre el 40% y el 60% de su estructura completa. Esta contribución proteica resulta fundamental para el desarrollo y el crecimiento de las post-larvas de camarón, puesto que proporciona los aminoácidos indispensables necesarios para la creación de proteínas y la edificación de tejidos (Lavens & Sorgeloos, 1996). En los primeros momentos del desarrollo, las post-larvas precisan de una alimentación abundante en proteínas con el fin de certificar un crecimiento inmejorable y la consolidación de su sistema inmunitario.

Lípidos y ácidos grasos esenciales

Son otros de los componentes claves de la *Artemia* por su contenido, que varía entre el 15% y 20%. Los lípidos de la *Artemia* contienen ácidos grasos esenciales, como los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), que son vitales para el desarrollo celular y para mejorar la resistencia al estrés ambiental y las enfermedades en los camarones (Watanabe *et al.*, 1983).

La *Artemia* representa una importante fuente de vitaminas como la A, D, E y C, que son esenciales para el correcto crecimiento fisiológico de los camarones. Estas vitaminas juegan un rol crucial en la preservación de la salud del cuerpo, aumentando la tasa de supervivencia y promoviendo un crecimiento ideal (Støttrup & McEvoy, 2008). De igual manera, la *Artemia* posee minerales vitales como el hierro, magnesio, calcio y zinc, que desempeñan varias funciones metabólicas y estructurales en las post-larvas de camarones.

Capacidad de enriquecimiento

Artemia sp., permite ser enriquecida antes de usarse como alimento, ya que, durante su cultivo, esta puede ser suplementada con productos ricos en ácidos grasos, vitaminas o pigmentos como los carotenoides, aumentando su valor nutricional. Este proceso le permite adaptar el perfil nutricional de la *Artemia* a las necesidades particulares y específicas de las larvas de camarón con lo que busca mejorar la supervivencia, el crecimiento y la resistencia a enfermedades (Dhont & Sorgeloos, 2002). Por ejemplo, suplementar con grasas esenciales, como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) que son fundamentales para el desarrollo de las larvas de camarón.

Estas fórmulas perfeccionadas han demostrado resultados positivos, mejorando el rendimiento de la pasta de *Artemia* al nivel observado con *Artemia* viva (Nunes *et al.*, 2006). Gracias a esa flexibilidad, para mejorar su manejo y productividad los productores pueden modificar la dieta de las larvas de camarón según las demandas específicas de su desarrollo. Este factor, junto con la facilidad de almacenamiento y manipulación de los quistes de *Artemia*, hace que sea un recurso confiable y eficiente para las granjas de camarón en todo el mundo.

La *Artemia* ha sido de suma importancia en el desarrollo de la acuicultura actual por su potencial de empleo en función de sus características nutricionales y físicas, así como sus técnicas de alimentación, principalmente en el cultivo de camarones. Su valor nutricional y

su distribución global la tornan en una elección irremplazable para alimentar a las post-larvas de camarón durante sus primeros estadios de vida. En la medida en que la industria acuícola continúe progresando, es factible que la Artemia siga ejerciendo un papel transcendental en el éxito de los cultivos acuáticos, certificando una producción eficaz y sostenible.

Adicional a la Artemia se pueden mencionar otros grupos de organismos utilizados para la misma tarea, tales como, microalgas, rotíferos, zooplancton natural, copépodos, cladóceros, nematodos y larvas trocóforas de bivalvos, los cuales no llegan a poder reemplazar a la Artemia en el cultivo de larvas de camarón (Peniuk *et al.*, 2016).

AVANCES EN EL USO DE ARTEMIA COMERCIAL

En las últimas décadas en la acuicultura se ha visto un gran avance en el uso de Artemia comercial como alternativa a la Artemia viva, especialmente en el cultivo de larvas del camarón *Penaeus vannamei*. Principalmente se han desarrollado nuevas presentaciones y productos que no solo buscan igualar los resultados en crecimiento y supervivencia, sino también optimizar la eficiencia en la alimentación. Por ejemplo, la presentación en pasta, elaborada a partir de quistes procesados resulta no solo más económica y práctica que la Artemia viva, sino que también facilita su manejo y permite un control más preciso de la dieta de las larvas de camarón. En general, se ha observado que, aunque las larvas alimentadas con pasta de Artemia tienden a mostrar un crecimiento ligeramente menor que aquellas alimentadas con Artemia viva, la pasta sigue siendo una opción viable en términos de supervivencia y desarrollo general (Lavens & Sorgeloos, 1996).

La pasta de Artemia es un producto elaborado a partir de quistes de Artemia como anteriormente se mencionó, procesados para conservar sus propiedades nutricionales. Este formato de pasta permite al acuicultor evitar la eclosión y manipulación de la Artemia viva, que requiere mucho tiempo y es potencialmente costosa. La pasta de Artemia es fácil de almacenar, tiene una vida útil prolongada y se puede utilizar de inmediato, proporciona a las larvas de camarón dietas ricas en proteínas, lípidos y otros nutrientes esenciales. Uno de los mayores avances ha sido que dentro de los procesos de producción se ha aumentado su valor nutricional al reducir la pérdida de nutrientes esenciales como los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), que son muy importantes para el desarrollo de las larvas. Investigaciones recientes sugieren que la pasta de Artemia puede proporcionar una

composición nutricional similar a la de la Artemia eclosionada, especialmente cuando se usa junto con otras fuentes alimenticias (Tacon y Metian, 2008).

Investigaciones sobre la eficacia de la pasta de Artemia comercial en la nutrición de larvas de camarón

Investigaciones actuales han señalado que la pasta de Artemia es más eficiente en sistemas intensivos donde los parámetros que corresponden a la alimentación son críticos, debido a su invariable suministro de alimento comprimiendo la inestabilidad de la calidad de la dieta (Gaspar-Reyes *et al.*, 2021b). Además, se ha podido determinar que esta pasta es fundamentalmente favorable en los primeros estadios de las larvas, ya que la digestibilidad y biodisponibilidad de los nutrientes son fundamentales para su desarrollo (Sui *et al.*, 2009).

No obstante, algunos estudios muestran que la pasta comercial puede ser menos eficiente en parámetros de crecimiento y supervivencia de las larvas por causa de una potencial merma de nutrientes durante el proceso y envasado (Dhont & Sorgeloos, 2002).

Aún a pesar de estos inconvenientes, la pasta de Artemia sigue siendo útil por su practicidad. Además de que algunos acuicultores señalan que tiene una larga vida útil, lo que facilita su almacenamiento y uso en sistemas intensivos ya que el control dietético es importante (Tacon & Metian, 2008).

Ventajas y desventajas de la Artemia comercial

Una de las ventajas del consumo de Artemia comercial es la facilidad para manejarla y la disminución de la dependencia de los ciclos biológicos, además esta admite una dosificación más uniforme de la dieta, por ende, eficiencia en la planeación de sistemas intensivos. Mejora la digestibilidad; al eliminar el corion, las larvas pueden digerir más fácilmente los nutrientes presentes en el quiste, mayor biodisponibilidad de nutrientes, los nutrientes esenciales como proteínas y ácidos grasos están más disponibles para las larvas; menor riesgo de contaminación, la descapsulación *in situ* elimina posibles contaminantes adheridos al corion, reducción de costos. La descapsulación *in situ* es más económica que comprar quistes descapsulados comerciales (Ordoñez-Mejía, 2021).

Sin embargo, entre una de las desventajas se puede mencionar el probable deterioro de ciertos nutrientes fundamentales, como los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y

vitaminas, lo que podría alterar en un alto grado el crecimiento y desarrollo de las larvas si no se integran convenientemente (Sui *et al.*, 2009).

Descapsulación de Artemia in situ.

La descapsulación de quistes de Artemia *in situ* es un procedimiento que consiste en remover la capa externa (corion) que rodea a los quistes de Artemia, permitiendo una eclosión más eficiente o el uso directo de los quistes descapsulados como alimento (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Método para la descapsulación de Artemia

Conforme a Eslava-Eljaiek *et al.* (2011), el método de descapsulación *in situ* de Artemia en quistes envuelve varios pasos determinantes. Primeramente, los quistes deben hidratarse hundiéndolos en agua con una salinidad de 15 a 20 partes por mil, durante alrededor de una hora, lo que les dejará absorber el agua y rehidratarse. En segunda instancia, los quistes se los introduce en una solución de hipoclorito de sodio al 5-10% con la finalidad de disolver su corión; la solución debe moverse constantemente para asegurar un contacto uniforme. Este proceso dura alrededor de 5 a 10 minutos, dependiendo de la concentración y la temperatura.

Una vez disuelto el corion, se neutraliza la solución de hipoclorito usando tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) en una cantidad regulada para detener la acción corrosiva del químico. Eslava-Eljaiek *et al.* (2011) nos mencionan que es importante enjuagar los quistes con abundante agua limpia para eliminar residuales del cloro.

Finalmente, los quistes descapsulados pueden ser utilizados inmediatamente como alimento o almacenados en frío en agua salina concentrada para su uso posterior. Este proceso mejora la digestibilidad de los quistes y elimina los riesgos de ingestión de químicos por las larvas (Sorgeloos *et al.*, 2001).

Ventajas de la Artemia descapsulada *in situ*: gran disponibilidad de nutrientes y bajo costo.

En la industria acuícola, los quistes de Artemia que pasan por este proceso tienen algunos beneficios. Por ejemplo, al perder el corion durante el proceso, las larvas de camarón pueden absorber y digerir de mejor manera sus nutrientes, acrecentando su eficacia nutricional y digestibilidad (Van Stappen, 1996).

Económicamente, este proceso reduce los costos asociados al almacenamiento y transporte de quistes vivos o pasta procesada, ya que según la demanda pueden descapsular los quistes e incrementar la flexibilidad en los sistemas de cultivo (Sorgeloos *et al.*, 2001).

Desafíos de la producción *in situ* y manejo en sistemas acuícolas

A pesar de sus ventajas, la descapsulación *in situ* presenta algunos desafíos, como por ejemplo el proceso tiende a complicarse y requerir conocimientos técnicos precisos para garantizar que los quistes no se dañen durante la descapsulación. El uso incorrecto de productos químicos o tiempos inadecuados de exposición puede resultar en pérdidas significativas de los quistes viables y su aprovechamiento nutricional (Lavens & Sorgeloos, 1996). Además, la infraestructura adecuada para llevar a cabo el proceso a gran escala puede resultar costosa o ineficiente.

Careos anteriores entre Artemia comercial y Artemia descapsulada *in situ*

Estudios comparativos anteriores sobre la eficiencia de la Artemia comercial en relación a la descapsulada *in situ* en procesos de crecimiento y supervivencia de las larvas de camarón de modo general, ha observado que la segunda brinda una tasa de supervivencia sutilmente mayor por causa de una mejor biodisponibilidad de los nutrientes, fundamentalmente los ácidos grasos esenciales y proteínas (Tacon & Metian, 2008). Empero de los desafíos de esta perspectiva, la Artemia comercial aún se supone una opción viable, especialmente en sistemas donde los métodos de descapsulación no son técnicamente consistentes, provechosos o aptos.

Conforme a Gaspar Reyes *et al.* (2021a), las dietas adicionales deben acomodarse para garantizar que tanto la Artemia comercial como la descapsulada *in situ* contribuyan nutrientes esenciales de manera correcta y, lo más significativo, equitativa.

ESTUDIO ECONÓMICO Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE CADA TIPO DE ARTEMIA

Desde un punto de vista económico, la Artemia comercial presenta la virtud de ser más fácil de almacenar y manejar, lo que reduce los costos operativos a diferencia de la descapsulación realizada *in situ*. Sin embargo, la descapsulación *in situ* puede producir ahorros a largo plazo al evadir la compra de productos ya procesados y consentir que los acuicultores tramiten su propio abastecimiento de quistes conforme a sus requerimientos (Sorgeloos *et al.*, 2001).

En lo que se refiere a la sostenibilidad, la descapsulación *in situ* puede ser una opción más considerada con el medio ambiente, ya que excluye la necesidad de procesar y trasladar grandes cantidades de insumos. No obstante, la producción industrial de Artemia comercial ha obtenido progresos significativos, usando tecnologías que disminuyen los sobrantes y perfeccionan el aprovechamiento de los recursos (Villamar-Ochoa, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la supervivencia y el crecimiento de post-larvas de camarón *P. vannamei* comparando el número de nauplios por gramo de dos tipos de pasta de Artemia: comercial (*Artemia sp.*) y Artemia descapsulada *in situ*.

Para esta investigación se instituyeron dos grupos experimentales: el Tratamiento A, que radica en el uso de Artemia comercial, y el Tratamiento B, que maneja Artemia descapsulada *in situ*. Ambos tratamientos experimentales procuran saber de buena manera cómo favorece o beneficia cada uno de ellos al crecimiento y supervivencia de las post-larvas de camarón, componentes decisivos para ampliar la productividad en el cultivo de este. Los tratamientos se utilizarán en tres ciclos de producción seguidos, en los cuales se tomarán registros diarios para valorar y confrontar su efectividad en diferentes etapas de desarrollo.

El diseño del muestreo considera una orientación de medición continuo, y se registrarán variables físicas, numéricas y estadísticas afines con las post-larvas de camarón y nauplios de Artemia. La data obtenida se correlacionará con indicadores de crecimiento, los que se normalizaran en post-larvas por gramo, y tasas de supervivencia para establecer el impacto directo de cada tratamiento en la productividad del ciclo. Además, se valorarán las características nutricionales de la Artemia por medio de una cuantificación para determinar su eficacia promoviendo el crecimiento y la supervivencia de las larvas. Los resultados permitirán crear recomendaciones de prácticas sostenibles para la optimización de los recursos en acuicultura, con una orientación en el crecimiento y desarrollo de estas.

CLASE DE INVESTIGACIÓN

La orientación de esta investigación es mixta, ya que conjunta análisis cualitativos y cuantitativos para valorar los efectos de diferentes formas de alimento, concretamente la Artemia comercial y la Artemia descapsulada *in situ*, en la supervivencia y el crecimiento de las post-larvas de *P. vannamei*. Es una investigación descriptiva correlacional, ya que su propósito es comparar la relación entre el tipo de alimento suministrado y los parámetros de crecimiento y sobrevivencia en el cultivo de camarón. La investigación se desarrolla de forma longitudinal, dado que se realizarán mediciones en el transcurso de tres ciclos de producción, desde la iniciación del cultivo hasta la valoración de la sobrevivencia y el

crecimiento al término de cada ciclo. Adicionalmente, es un estudio experimental porque se manejarán dos tratamientos diferentes, lo que demandará un diseño controlado y un manejo de alimentos definidos para cada grupo experimental. Esta guía experimental es esencial para alcanzar resultados fieles y estadísticamente válidos que admitan establecer el efecto de cada tratamiento en relación con la productividad final del cultivo de camarón.

DISEÑO DE MUESTREO

Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en un laboratorio de producción de larvas localizado en la zona de Mar Bravo, provincia de Santa Elena, con una posesión de 27 Raceways para una aproximación de 1320 toneladas de producción larvaria.

Diseño del experimento

Para llevar a cabo la prueba de alimentación con pasta de Artemia comercial, se seleccionaron tres raceways rectangulares, cada uno con un volumen de 60 toneladas, identificados como “Rws6, Rws7 y Rws8”. Los raceways de cotejo, que recibieron alimentación con Artemia descapsulada *in situ*, fueron los “Rws9, Rws10 y Rws11”, con las mismas características de volumen.

La pasta de Artemia (*Artemia sp.*) comercial fue adquirida al proveedor “A” y presentó las siguientes características: Artemia en estadio instar 1, con 18 horas de tiempo de eclosión, 8% de humedad y una densidad de 70.000 nauplios por gramo (Zambrano-Carranza, B., 1999). Esta Artemia fue transportada desde las instalaciones del proveedor en autos refrigerados con Thermo King, conservando una temperatura entre 3 y 5 grados Celsius para su conservación. La pasta fue recibida en el laboratorio en charolas de 1 kilogramo selladas al vacío y se la almacenó en condiciones de temperatura similares a las del transporte. Es fundamental indicar que la Artemia no debe ser congelada, puesto que este proceso puede originar cristalización, lo que afectaría la calidad del producto. También se debe mencionar que esta debe ser utilizada en un término no mayor a 24 horas para certificar su efectividad y conservar su calidad (Fornés Dieke, 2018).

Procedimientos de la prueba

Todos los raceways de prueba y control fueron sembrados con las mismas densidades de nauplios de *Penaeus vannamei* provenientes del mismo origen. Los grupos experimentales siguieron el mismo protocolo de alimentación, que incluyó algas, dietas secas y líquidas, según lo establecido por Peniuk *et al.*, (2016).

La alimentación se inició con pasta de Artemia a partir del estadio larval zoea 3 hasta postlarva 6, de acuerdo con la tabla de alimentación establecida por el laboratorio de producción de larvas (Morales-Llona, 2011). En el caso del tratamiento con Artemia comercial en pasta, se utilizó Artemia en estadio instar 1 (18 horas de eclosión) desde zoea 3 hasta postlarva 6. Para los raceways alimentados con Artemia descapsulada *in situ*, la alimentación fue con Artemia en estadio instar 1 (24 horas de eclosión) desde zoea 3 hasta postlarva 6 (Vanhaecke & Sorgeloos, 1980).

Las evaluaciones de crecimiento se realizaron diariamente utilizando la aplicación “LarvIa” desde postlarva 3 hasta el despacho de las larvas a la camaronera (Rodríguez & Fermín, 2022). Esta herramienta permitió medir la tasa de crecimiento, el coeficiente de variación (CV), la longitud total (LT), la uniformidad y la pigmentación de las post-larvas cultivadas (Guélac-Gómez *et al.*, 2022). Finalmente, la supervivencia se determinó al final del proceso de cosecha (Chalan-Jumbo, M., 2022). Este diseño de experimentación se puede apreciar de forma didáctica en la figura 3.

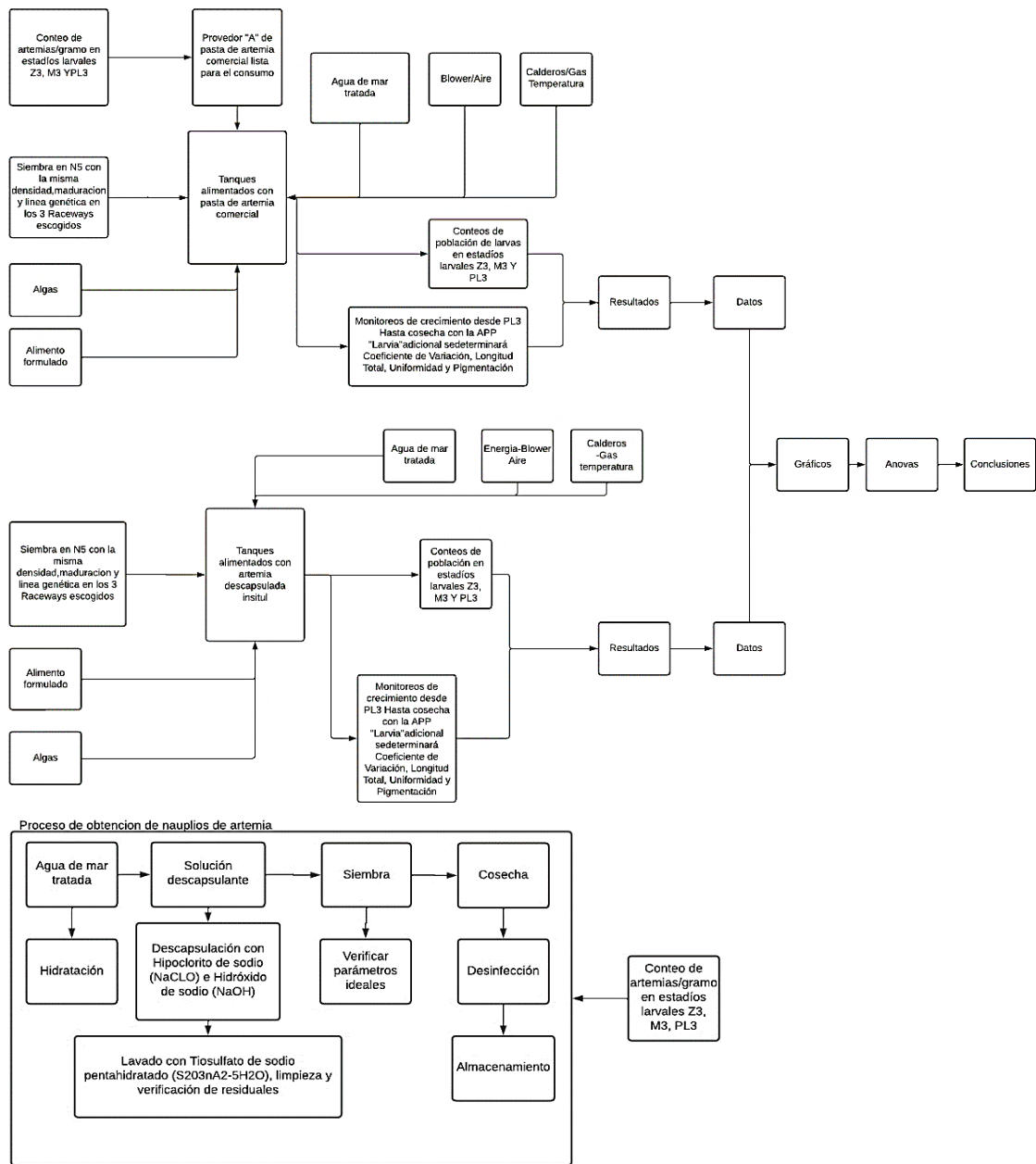


Figura 3: Esquema de flujo de la metodología

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Estimación de población de Post-larvas de camarón *P. vannamei*

Para estimar la población de larvas de camarón en cada Raceway, se procede de la siguiente manera, considerando tres estadíos: Z3 (zoea 3), M3 (mysis 3), y PL3 (postlarva 3). Se utilizará el método volumétrico, que consiste en tomar 4 muestras de 250 ml de cada Raceway. Posteriormente, se cuantifica la cantidad de animales presentes por litro. Este valor

se multiplica por el volumen total del tanque en litros para obtener la población existente en ese estadio específico (Sorrosa, L., 2019).

Procedimiento de cosecha

En el transcurso de la cosecha, las post-larvas *P. vannamei* se agrupan en tinas de cubicación con un volumen de 700 litros. Para poder hacer el cálculo en estas tinas, se toman 2 alícuotas de 250 ml cada una. Cada alícuota se cuenta, y luego se calcula el promedio de las 2 muestras obtenidas. Este promedio se multiplica por un factor de 2.800. El resultado final representa la cantidad de larvas por tina de cubicación.

Procedimientos de obtención de Artemia

Para el caso de la Artemia descapsulada *in situ* se la obtendrá en el laboratorio de la siguiente manera:

Hidratación de los huevos de Artemia

Se inició el proceso con la hidratación de los huevos de Artemia durante una hora, con aireación constante en un recipiente de 20 litros. Luego de una hora, se apagó el sistema de aireación y se dejó reposar el recipiente durante 10 minutos. Los huevos que sedimentaron fueron recolectados utilizando un tamiz de 100 micras, mientras que los que permanecieron flotando fueron descartados, según el protocolo de Sorgeloos (2001).

Descapsulación de los huevos de Artemia

Luego, los huevos se sumergieron en una solución descapsulante hecha de 10% de cloro líquido (NaClO) y 49% de soda cáustica líquida (NaOH). Este proceso de descapsulación duró un máximo de diez minutos. Para evitar que la temperatura supere los 35°C, se utilizó una mezcla de 2,5 litros de cloro y 82,5 mililitros de sosa cáustica por cada kilogramo de Artemia quistes. Los quistes de Artemia, al finalizar este proceso, se observaron microscópicamente, mostrándose de color naranja y transparente, como lo indica Sánchez Romero (2018).

Lavado y neutralización del cloro residual

Una vez finalizada la descapsulación, los quistes fueron nuevamente colocados en un tamiz y lavados con agua de mar tratada, ajustada a una salinidad de 25 partes por mil, hasta que se eliminara el olor a cloro, lo cual tomó aproximadamente 10 minutos. Posteriormente, los quistes fueron tratados con tiosulfato de sodio pentahidratado ($S_2O_3Na_2 \cdot 5H_2O$) durante 18-20 segundos, según lo recomendado por Cervantes Freré *et al.* (2001). Tras este tratamiento, se volvió a lavar la Artemia con agua de mar tratada durante 5 minutos, asegurándose de que el residual de cloro fuera completamente eliminado. La verificación de esta eliminación se realizó mediante un análisis colorimétrico utilizando un kit con Orthotolidine como reactivo principal, siguiendo el protocolo de Tobo *et al.* (2015).

Siembra de los huevos descapsulados

Los tanques de eclosión, con una capacidad total de 14 toneladas y contruidos de hormigón armado recubierto con liner negro de 1 mm, fueron llenados con agua tratada para la siembra de los huevos descapsulados. Los tanques fueron preparados y se dejaron reposar durante 24 horas. Para garantizar una eclosión exitosa, se verificó que las condiciones de aireación, iluminación, pH y temperatura fueran las óptimas: el oxígeno disuelto debía estar entre 5 y 7 mg/l, la iluminación debía ser continua con 1.000 lux, el pH debía estar entre 8 y 9, y la temperatura debía mantenerse entre 28 y 30°C, como sugirió Montiel (2005).

Cosecha, desinfección y almacenamiento de la Artemia

La desconexión de la conexión aérea de los tanques marcó el inicio del proceso de cosecha. Los bolsos de recuperación fueron colocados en la válvula de salida, la cual tenía un radio de 100 millas. Una vez abierta la válvula, los nauplios de Artemia ingresaban a la caja y luego eran trasladados a las canastas de desinfección de 500 litros de capacidad. Se les dio un flujo continuo de agua de mar tratada durante unos quince minutos. Luego, se separó el corión de los nauplios mediante el uso de peróxido de hidrógeno al 50% (100 ml por canasta). Tras cortar el flujo de aire, el corión subió a la superficie y se retiró utilizando coladores. Este procedimiento fue repetido una segunda vez para asegurar la limpieza completa, siguiendo el protocolo de Eslava-Eljaiek *et al.* (2011).

A continuación, se aplicó yodo para la desinfección de los nauplios (100 ml por canasta), y tras 10 minutos, se permitió un flujo de agua durante 15 minutos adicionales. Para finalizar la desinfección, se bajó el nivel de agua en las canastas al 75% y se aplicó 2 ml/L de ácido orgánico (fórmico), esperando otros 10 minutos. Después de la espera, los nauplios fueron concentrados en un tamiz de 100 micras para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente, se pesaron en kilogramos y se almacenaron en fundas plásticas, las cuales se conservaron en refrigeración hasta su uso, de acuerdo con Moraga *et al.* (2015).

Estimación de nauplios de Artemia por gramo en pasta de Artemia comercial y Artemia descapsulada *in situ*

Para poder calcular la cantidad de nauplios de Artemia que hay en un gramo se usó el método gravimétrico y volumétrico según Sorroza, L (2019).

Pasta de Artemia comercial

Se tomaron 2 muestras de 2 gramos de pasta de Artemia de una charola de 1 kilo. Cada una de estas muestras fue diluida en un balde de 15 litros, y se procedió a homogenizar la mezcla. Posteriormente, con una pipeta de 5 ml se tomaron 4 alícuotas, las cuales fueron cuantificadas. Después de cuantificar, se calculó el promedio de las 4 alícuotas, se dividió entre 5, luego entre 2, y finalmente se multiplicó por 15,000, obteniéndose la cantidad de nauplios por cada gramo de pasta.

Pasta de Artemia descapsulada *in situ*

Se tomaron 2 muestras de 2 gramos de pasta de Artemia eclosionada *in situ* de las fundas de 1 kilo. Cada muestra fue diluida en un balde de 15 litros, y se homogenizó adecuadamente. Luego, con una pipeta de 5 ml, se tomaron 4 alícuotas, las cuales fueron cuantificadas. Después de cuantificar, se calculó el promedio de las 4 alícuotas, se dividió entre 5, luego entre 2, y se multiplicó por 15,000, obteniéndose la cantidad de nauplios por cada gramo de pasta de Artemia descapsulada *in situ*.

MATERIALES

Producción de Artemia

- Tanque de siembra y eclosión de 14 toneladas volumen, estructura de hormigón armado recubiertos de liner de 1mm de espesor de color negro
- Canastas de desinfección de 500 litros de fibra de vidrio
- Bolsos filtrantes largos (2,5 m de largo por 0,60 m de diámetro) malla de 100 micras
- Baldes plásticos de 20 litros
- Jarras plásticas de 1 litro
- Blower de 2,5 hp
- Colador de malla de 300 micras
- Piedras difusoras
- Bolsos cortos de (0,70 m por 0,60 m de diámetro)
- Soporte de PVC para sostener el bolso corto

Cuantificación de Artemia

- Pipetas de 5 ml
- Baldes aforados a 15 litros
- Balanza digital de precisión
- Cuchara plástica para coger la muestra
- Caja Petri plástica

Estimación de población diaria

- Beaker de 250 ml
- Cedazo de 800 micras
- Balanza digital de precisión
- Jeringas descartables de 10ml
- Placas de cerámica color blanco
- Tinajas de cubicación de PVC de 1000 litros
- Aireadores de PVC
- Botellas de oxígeno de 1800 psi

Crecimiento, Coeficiente de Variación (Cv), Longitud Total (Lt), Uniformidad y Pigmentación de las post-larvas cultivadas

- Aplicación “LarvIa” herramienta de inteligencia artificial.
- Cedazo de 800 micras
- Balanza digital de precisión
- Jeringas descartables de 10ml
- Caja Petri plástica
- Luz LED de 15 vatios

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Se realizó un análisis descriptivo de las variables, empleando el programa estadístico informático Statistical Package for Social Sciences SPSS, considerado ideal para efectuar análisis exploratorios de los datos obtenidos e identificar las relaciones entre ellos (Peña., 2017; Sorroza, L., 2019).

Para evaluar si los datos relativos a la supervivencia, el crecimiento y los conteos seguían una distribución normal y presentaban varianzas homogéneas, se aplicaron las pruebas de normalidad de Lilliefors y de homocedasticidad de Bartlett. Además, debido al volumen de datos, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, complementada con gráficos de normalidad para cada variable analizada, comparándolos con el estándar de $P = 0,05$ (Tapia & Cevallos.,2021; Bermúdez-Lizárraga *et al.*, 2023).

Una vez determinado si los datos muestrales eran paramétricos o no paramétricos, se aplicaron análisis de varianza y la prueba t de Student, herramientas estadísticas ampliamente utilizadas para comparar las medias de dos grupos y determinar si existían diferencias significativas entre ellos (Bermúdez-Lizárraga *et al.*, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados dependieron de varios factores, como la calidad de los productos utilizados, las condiciones de cultivo, el manejo de las post-larvas y otros factores ambientales. Sin embargo, basándonos en la literatura disponible y en las características de cada método, se detallan las diferencias de cada uno, así como el material que da soporte para cada argumentación.

SUPERVIVENCIA

Las pruebas de normalidad nos indican si los datos se mantienen dentro de un rango cercano entre sí, conocido como una distribución de datos normal. En cuanto a los rangos analizados de supervivencia en las post-larvas de camarón, derivados entre las larvas sembradas y larvas cosechadas, podemos ver que estos datos se mantienen cercanos entre sí con valores estadísticos de 0,881 y 0,910 para los diferentes escenarios de origen alimentario con el máximo número posible de 1 (Tabla 1). El valor de la significancia de cada valor estadístico fue mayor a 0,05 (0,329 y 0,419) respectivamente para los diferentes escenarios alimentarios evaluados. (Tabla 1).

Tabla 1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para Supervivencia; Donde; A. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con Artemia comercial, B. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*, gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.

Supervivencia	A			B		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0,881	3	0,329	0,910	3	0,419

La interpretación de los resultados de la prueba t de Student se basa en el valor t y el valor P. Donde un valor t alto (normalmente $t > 2$) indica que los grupos son diferentes y si el valor P es mayor que el nivel de significación (0,05), no existen diferencias significativas entre las muestras. En este sentido, vemos que tanto el valor “t” y “P” (1,079 y 0,362 respectivamente) no superan los valores de comparación y nos indican que estadísticamente nuestros datos no muestran diferencias significantes.

Tabla 2. Prueba de *t* de Student para supervivencia; Donde *t* y *P* son valores de comparación para diferencias estadísticas.

Supervivencia	<i>t</i>	Significación (<i>P</i> de dos factores)	Diferencia de medias	Error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	1,079	0,362	0,11142	0,10323	-0,22269	0,44554

Los valores analizados nos arrojaron sustento estadístico para mostrar como estos difieren entre sí, en otras palabras, nos muestran en números como varían si los rangos de toma de datos de origen son amplios.

En el caso de la supervivencia, aquellas post-larvas alimentadas con *Artemia* descapsulada *in situ* (2) tiene una amplitud mayor de sobrevivencia ($\pm 0.17\%$ y $\pm 0.85\%$) lo que no necesariamente indica mejor productividad por si sola, sino más bien una incertidumbre mayor en cuanto a que otros factores alternativos pueden afectarlo.

Por otro lado, aquellas post-larvas alimentadas con *Artemia* comercial (1) presentaron una menor amplitud o variación en cuanto a su sobrevivencia ($\pm 0.36\%$ y $\pm 0.75\%$), pudiendo establecer una mejor estimación de la productividad esperada (Figura 4).

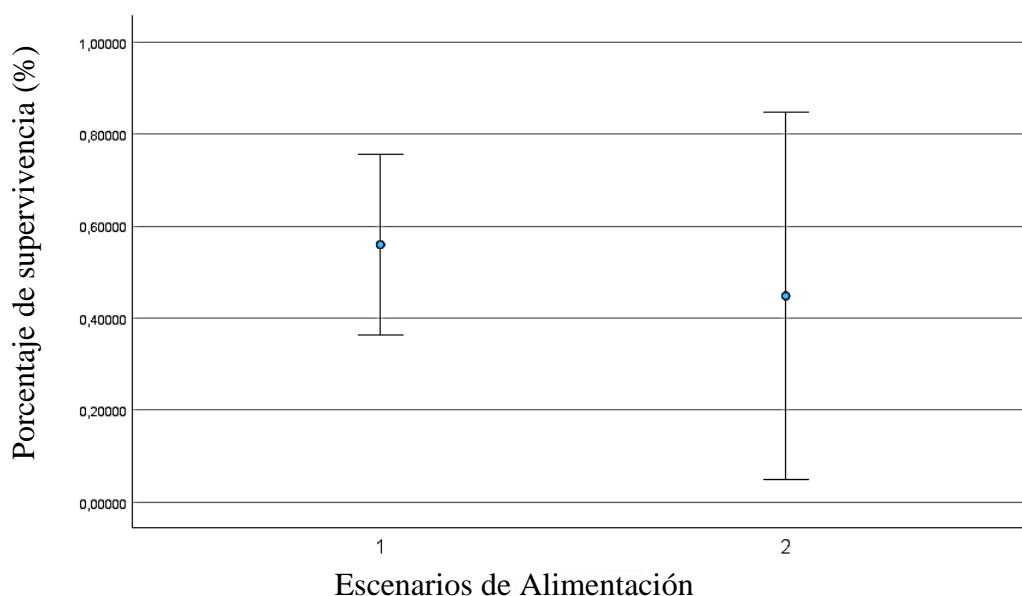


Figura 4. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de Supervivencia. 1. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con *Artemia* comercial, 2. Post-larvas alimentadas con *Artemia* descapsulada *in situ*

Como se puede observar en la figura 5, se presentan los resultados de acuerdo a los dos tratamientos, 1 y 2 respectivamente en tres réplicas consecutivas. La supervivencia de las post-larvas de *P. vannamei* alimentadas con pasta de Artemia comercial (1) fue mayor en su promedio normalizado (55,95%) a las alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*, (B) que fue menor (44,81%).

Esta diferencia puede atribuirse a la calidad nutricional y facilidad de manejo que ofrece la pasta de Artemia, como lo destaca (Dhont y Van Stappen, 2003) quienes recalcan que las presentaciones procesadas facilitan la ración diaria precisa, mejorando las tasas de supervivencia.

En cuanto a la Artemia *in situ*, (Mohammed, 2021) menciona que existen errores en el proceso de descapsulación, como exposición prolongada a los agentes químicos o condiciones subóptimas de almacenamiento afectando así la viabilidad de los nauplios de Artemia.

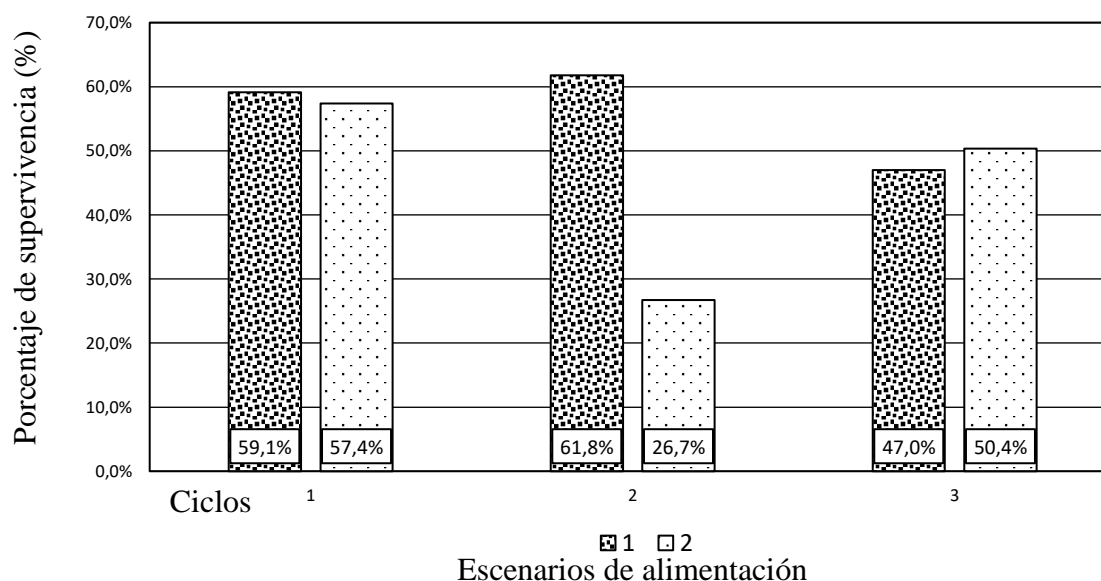


Figura 5. Comparación estadística de datos de Supervivencia. 1. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*.

CRECIMIENTO

Cuando los datos se mantienen dentro de un rango cercano entre sí, conocido como una distribución de datos normal, nos indican que cumplieron con una prueba de normalidad. Los rangos analizados de crecimiento en las post-larvas de camarón, derivados de Post-

larvas por gramo (Pl/gr), notamos que estos datos se mantienen cercanos entre sí con valores estadísticos de 0,890 y 0,996 para los diferentes escenarios de origen alimentario con el máximo número posible de 1 (Tabla 3).

El valor de la significancia de cada valor estadístico fue mayor a 0,05 (0,355 y 0,872) respectivamente para los diferentes escenarios alimentarios evaluados. (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para Crecimiento; Donde; A. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con Artemia comercial, B. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*, gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.

Crecimiento	A			B		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0,890	3	0,355	0,996	3	0,872

Los resultados de la prueba t de Student basada en el valor t y el valor *P.*, donde un valor *t* alto (normalmente $t > 2$) indica que los grupos son diferentes y el valor *P* es mayor que el nivel de significación (0,05) nos indica que no existen diferencias significativas entre las muestras. En este sentido para los datos obtenidos para crecimiento, vemos que tanto el valor “*t*” y “*P*” (0,227 y 0,836 respectivamente) no superan los valores de comparación y apuntan a que estadísticamente no muestran diferencias significantes entre escenarios de crecimiento.

Tabla 4. Prueba de *t* de Student para supervivencia; Donde *t* y *P* son valores de comparación para diferencias estadísticas.

Crecimiento	<i>t</i>	Significación (<i>P</i> de dos factores)	Diferencia de medias	Error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		0,227	0,836	3,500	15,388	Inferior -48,060

Estos valores analizados nos argumentan con suficiencia estadística para señalar como difieren entre sí, en otras palabras, nos ayudan en base a números como sus rangos

pueden variar si los datos de origen son amplios. En el caso del crecimiento, aquellas post-larvas alimentadas con Artemia comercial (1) tiene una amplitud mayor (± 167 y ± 285) lo que al igual que en supervivencia, no necesariamente indica una mejor productividad por si sola, sino más bien un factor de dependencia a variables independientes, así mismo demostrado por la desviación estándar (24,3 para Artemia comercial y 10,5 para Artemia descapsulada *in situ*). Por otro lado, aquellas post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ* presentaron una menor amplitud o variación en cuanto a su crecimiento (± 249 y ± 191), pudiendo en este sentido establecer una mejor estimación del crecimiento final esperado (Figura 6).

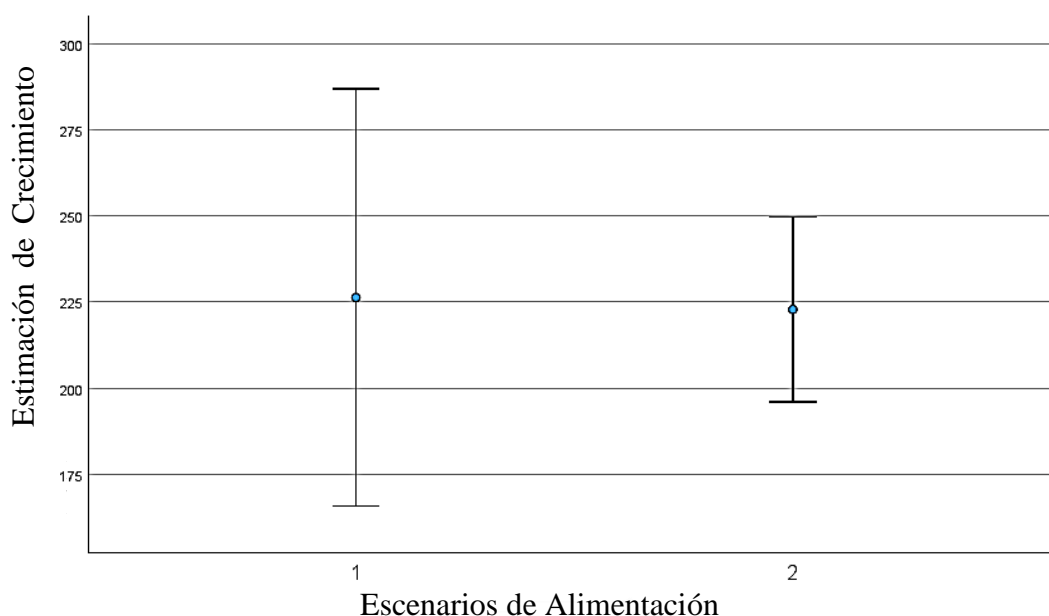


Figura 6. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de Crecimiento. 1. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*.

En términos generales de crecimiento, en la figura 7, en promedio las larvas alimentadas con el tratamiento (A) fueron ligeramente menores con 226,3 pl/g en el estadio P110 y el tratamiento (B) es ligeramente mayor con 220,25 pl/g en promedio. De forma particular se puede detallar que, si bien estos resultados son visiblemente alterados por una producción sobresaliente y que no necesariamente podrían reflejar los datos reales, estos se ven apoyados por los análisis estadísticos de varianzas muestrales de los datos de crecimiento (figura 6), donde se vuelve a señalar la codependencia de valores positivos de producción a variables independientes del origen de alimentación.

En estudios previos se señala que la pasta de Artemia comercial, al ser procesada conserva un perfil nutricional estable (proteínas, ácidos grasos, lípidos) que son esenciales para el desarrollo de las larvas de camarón promoviendo no solo la supervivencia, sino también un crecimiento homogéneo (Triantaphyllidis et al., 1998a; Gaspar Reyes et al., 2021a).

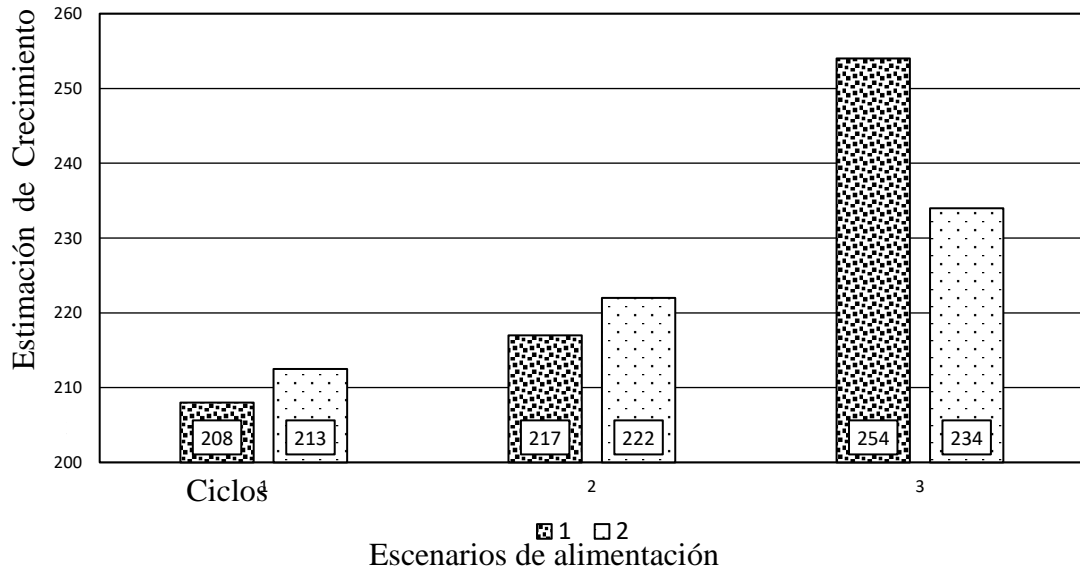


Figura 7. Comparación estadística de datos de Crecimiento. 1. Post-larvas *P. vannamei* alimentadas con Artemia comercial, 2. Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*.

La uniformidad de tallas de las post-larvas, identificado en la figura 8, apoya la premisa de que el tratamiento de alimentación 1 (Artemia comercial), en promedio es más eficiente, pues el 75 % de las post-larvas analizadas tuvieron este índice, destacando que, en este caso, el factor alimentación repercute directamente en un índice de uniformidad estable.

Un factor clave para evaluar la calidad y eficacia de las dietas utilizadas es la uniformidad de tallas, gracias a ella se reduce el riesgo de canibalismo, además el rendimiento productivo en granjas de camarón es óptimo (Cavalli et al., 2000). En esta línea, los hallazgos que indican un incremento en la uniformidad de las tallas durante el tratamiento con Artemia comercial podrían estar vinculados con la calidad constante y regulada de esta alimentación procesada, que garantiza una composición homogénea de nutrientes indispensables como proteínas, lípidos y ácidos grasos poliinsaturados. Estos son esenciales para un desarrollo uniforme de las larvas. (Dhont y Van Stappen, 2003).

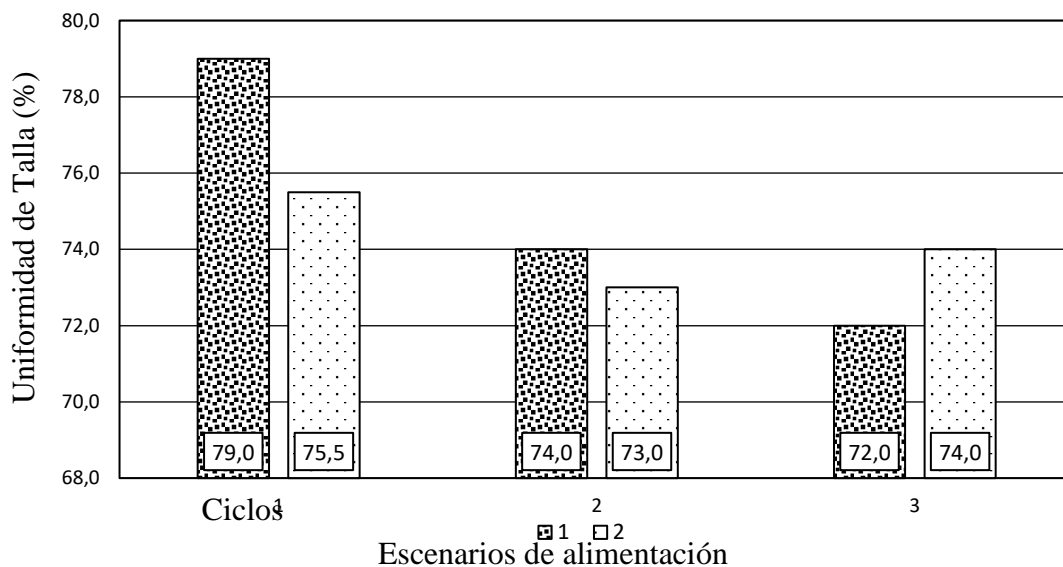


Figura 8. Uniformidad de Talla de post-larvas analizadas con Larv1a. 1. Post-larvas alimentadas con Artemia comercial, 2- Post-larvas alimentadas con Artemia descapsulada *in situ*

Por lo tanto, estos resultados destacan la importancia de utilizar alimentos con cualidades nutricionales consistentes y que estén reguladas para maximizar el índice de uniformidad, una medida crucial para buscar la rentabilidad y eficiencia en la producción de larvas de camarón *P. vannamei*. Según Zhou *et al.* (2023), la uniformidad en el desarrollo larvario es esencial porque permite un manejo más efectivo en etapas posteriores del cultivo y disminuye las diferencias en el desempeño larvario que acarrea mejores índices de producción a nivel general.

CONTEO DE NAUPLIOS DE ARTEMIA POR GRAMO

En el escenario donde los datos se mantienen dentro de un rango cercano entre sí, es decir una distribución de datos normal, nos indican que cumplen con una prueba de normalidad. Al analizar los rangos dentro del conteo de larvas de Artemia por gramo (nauplio/gr), notamos que estos datos se mantienen cercanos entre sí con valores estadísticos de 0,897 y 0,947 para los diferentes escenarios de origen alimentario con el máximo número posible de 1 (Tabla 5). El valor de la significancia de cada valor estadístico fue mayor a 0,05 (0,358 y 0,717) respectivamente para los diferentes escenarios alimentarios evaluados (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el conteo de nauplio de Artemia por gramo; Donde; A. Artemia comercial, B. con Artemia descapsulada *in situ*, gl. Número de muestras, Sig. Valor de significancia.

Nauplio/ Gramo	A			B		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0,897	6	0,358	0,947	6	0,717

La interpretación de los resultados de la prueba t de Student basada en el valor t y el valor P., donde un valor t alto (normalmente $t > 2$) indica que los grupos son diferentes y el valor P es mayor que el nivel de significación (0,05) nos indica que no existen diferencias significativas entre las muestras. En este sentido para los datos obtenidos de conteos de nauplios de Artemia por gramo, vemos que tanto el valor “t” y “P” (3,553 y 0,520 respectivamente) no superan los valores de comparación y apuntan a que estadísticamente nuestros datos no muestran diferencias significantes (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de t de Student para el conteo de nauplio de Artemia por gramo; Donde t y P son valores de comparación para diferencias estadísticas.

Nauplio / Gramo	t	Significación (P de dos factores)	Diferencia de medias	Error estándar de la diferencia	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	3,553	0,520	20195,333	5684,504	-89,733	40480,400

Estos valores resultantes nos argumentan con suficiencia estadística como difieren entre sí, en otras palabras, en base a valores de significancia se puede detallar como sus rangos pueden variar si los datos de origen son amplios. En el caso de los conteos de nauplios de Artemia por gramo, aquellas contabilizadas para Artemia comercial (1) tiene una amplitud notablemente menor (± 62000 y ± 79000) lo que se puede interpretar como un producto estimable más confiable al momento de proporciones alimenticias aprovechadas, que, aunque por sí sola no representa el aspecto más importante a considerar al momento de

alimentar post-larvas de camarón, sí es una variable controlable. Por otro lado, el conteo de larvas de nauplios de *Artemia* descapsulada *in situ* presentó una mayor amplitud o variación en cuanto a su estimación (± 27000 y ± 74000), a breves rasgos nos indica un control regular de su manejo, ya que al ser un método artesanal, este va a depender desde la proporción de insumos químicos para la descapsulación de los cistos, el tiempo de exposición, la experticia del operador, la calidad de los materiales utilizados e inclusive la disponibilidad de agua para su lavado, lo que se traduce como altamente variable y deficiente al no poder establecer un rango adecuado y repetible (Figura 9).

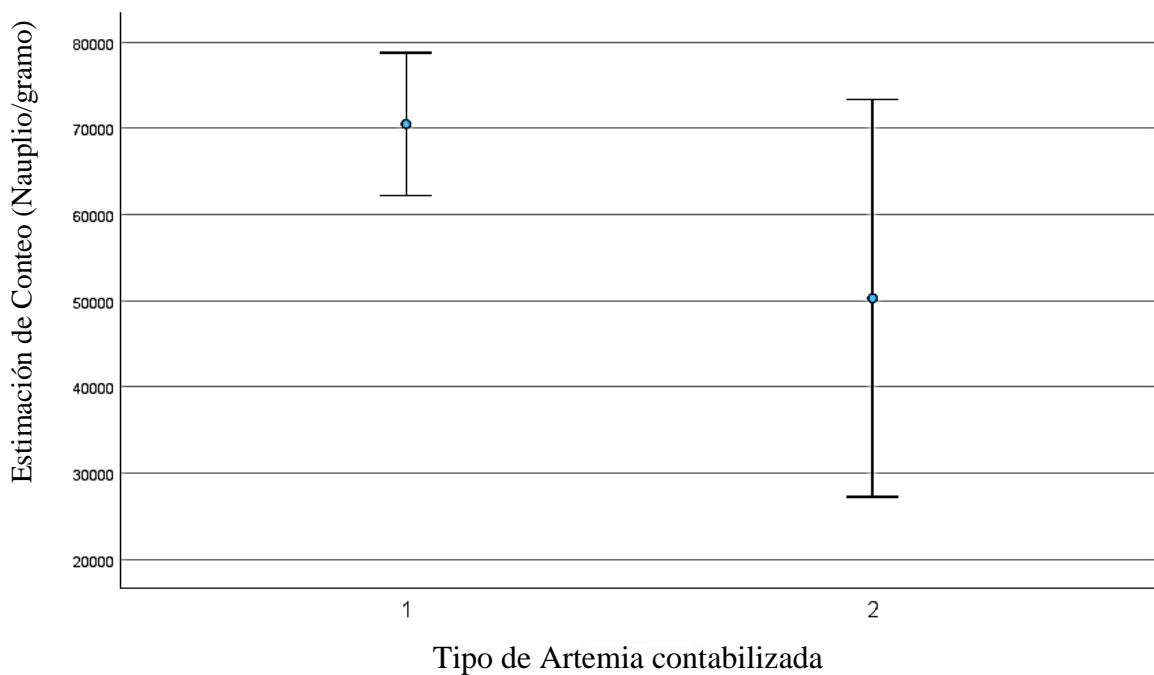


Figura 9. Análisis estadístico de varianzas muestrales en datos de conteo de nauplio de *Artemia* por gramo.
1. *Artemia* comercial; 2. *Artemia* descapsulada *in situ*.

Así, en la figura 10, podemos observar que el conteo de nauplios de *Artemia* de pasta comercial (A) a lo largo de 3 ciclos de producción fue significativamente mucho mayor en promedio a la *Artemia* descapsulada *in situ* (B) (70497 y 50301 promediadas respectivamente).

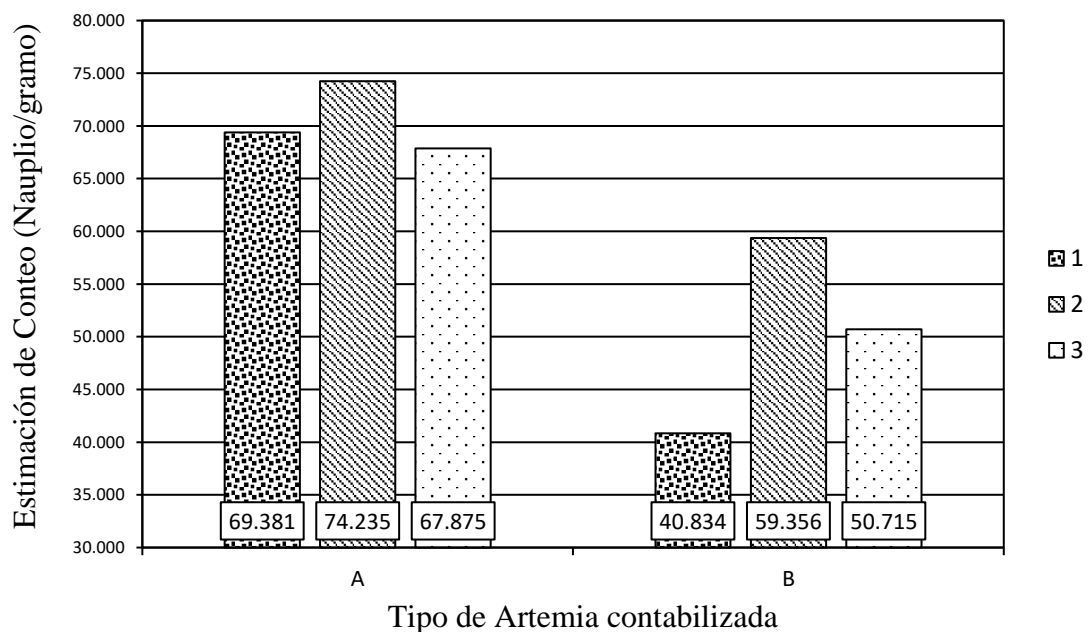


Figura 10. Comparación estadística de datos de conteo de nauplio de Artemia por gramo. A. Artemia comercial; B. Artemia descapsulada *in situ*.

Es importante recalcar que la calidad y cantidad de nauplios por gramo puede variar según el fabricante, por ejemplo, la Sociedad Venezolana de Acuicultura (2023), destaca que la pasta de Artemia también es una fuente concentrada de nutrientes esenciales, pero la cantidad exacta de Artemia por gramo de pasta puede depender de la formulación específica del producto y del proceso de secado, que afecta la conservación de los nutrientes bioactivos en el alimento. Otro ejemplo de la densidad nutricional es que en un frasco de 20 gramos de pasta de Artemia puede contener más de 1.5 millones de nauplios, lo que equivale a aproximadamente 75,000 nauplios por gramo (Recifart, 2024)

Finalmente, en este estudio se destaca que la pasta de Artemia se ve asociada a mayor cantidad de nauplios por gramo en comparación con la Artemia descapsulada, lo que incrementó la eficiencia alimentaria de las larvas. (Piña *et al*, 2004b) argumenta que la pasta de Artemia permite un mejor factor de conversión alimenticia (FCA) y un aumento en la tasa de supervivencia de las larvas de *P. vannamei*. Así también el contenido nutricional es más estable a través del tiempo, pues comparada con Artemia viva o descapsulada, contribuye una dieta constante que favorece el desarrollo y crecimiento (Salgado Leu, 2001).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio ha manifestado la eficiencia de la Artemia comercial (*Artemia sp.*) como fuente de alimentación para larvas de camarón en comparación con la Artemia descapsulada *in situ*, acentuando sus preeminencias en relación al crecimiento y supervivencia. En el transcurso de la investigación, se pudo establecer que la cantidad de nauplios por gramo en la pasta de Artemia comercial fue mayor a la de la Artemia descapsulada *in situ*, revelando una menor variabilidad en la población utilizable para consumo.

La valoración de la supervivencia de post-larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con ambos tipos de Artemia dejó ver que, si bien las poblaciones larvales mostraron promedios más altos con la Artemia comercial, estas presentaron menos estabilidad, aludiendo la influencia de elementos externos en la alimentación. Al mismo tiempo, se determinó que la pasta de Artemia comercial, al estar procesada, conserva un perfil nutricional firme, fundamental para el desarrollo larval, favoreciendo no solo la supervivencia, sino también un crecimiento uniforme, excelente para ser utilizado en regímenes de alimentación industrializados.

La comparación del crecimiento de las post-larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con pasta de Artemia comercial versus Artemia descapsulada *in situ* mediante el registro de parámetros de crecimiento como peso, longitud y biomasa nos indicó que existen diferencias proporcionales a favor del tratamiento 1, y destaca la importancia de utilizar alimentos con propiedades nutricionales constantes y controladas para optimizar los índices de uniformidad, un parámetro esencial para la rentabilidad y eficiencia en la producción larvaria.

En este sentido, se recomienda realizar ensayos adicionales probando distintas marcas de Artemia comercial con el fin de identificar cuál ofrece el mayor índice de productividad, teniendo en cuenta su eficiencia en términos de crecimiento y supervivencia de las larvas de camarón. Además, la incorporación de componentes probióticos, ácidos orgánicos o aceites esenciales en la pasta de Artemia como tratamientos para mejorar la sanidad de los cultivos, ya que podrían optimizar el rendimiento y la resistencia de las larvas frente a posibles enfermedades.

Desde el aspecto de lo económico y sostenible, es fundamental contrastar los costos de la Artemia comercial con los de la Artemia descapsulada *in situ* porque, aunque la

Artemia comercial tiene preeminencia en términos de eficacia, la Artemia descapsulada puede ser una opción viable mejorando un factor importante como es el manejo.

Finalmente se recomienda el uso de pasta de Artemia comercial en la larvicultura para garantizar una dieta estable y reducir las variaciones en el crecimiento, proporcionar uniformidad y una mayor supervivencia de las post-larvas, favoreciendo a la rentabilidad y sostenibilidad de la acuicultura a mayor escala.

REFERENCIAS

- Asem, A. (2008). Historical record on brine shrimp *Artemia* more than one thousand years ago from Urmia Lake, Iran, *Journal of Biological Research*, 9: 113-114.
- Asem, A., Rastegar-Pouyani, N., & De Los Ríos-Escalante, P. (2011). The genus *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(3), 501-506.
<https://doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-14>
- Bermúdez-Lizárraga, J. F., Nieves-Soto, M., Flores-Higuera, F. A., López-Peraza, D. J., (2023). Supervivencia, desarrollo y crecimiento de larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con dietas tradicionales y no-tradicionales. *Rev MVZ Córdoba*; 28(1):e2682. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2682>
- Cervantes Freré, U., Jiménez Figueroa, C., & Villón Moreno, J. (2001). Diseño de un sistema de tratamiento de agua para su recirculación en laboratorios de larvas de camarón. TESIS]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Chalan Jumbo, M. (2022). Evaluación de la uniformidad de post-larvas de camarón *Penaeus vannamei*, en el laboratorio Ecufriendly S.A., en los meses de abril a julio de 2021. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar.
- Córdova, L. R. M., Torres, M. A. C., & Porchas, Q. M. M. (2004). Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del Camarón. *Avances en Nutrición Acuícola*.
- Dhont, J. & Van Stappen, G. (2003). Biology, tank production and nutritional value of *Artemia*. In Støttrup & McEvoy: *Live feeds in marine aquaculture*: 65-121.
- Dhont, J., & Sorgeloos, P. (2002). Applications of *Artemia*. En *Artemia: Basic and applied biology* (pp. 251-277). Springer.

- Domínguez, E. (2019). Análisis de las exportaciones de camarón antes y después de la firma del Acuerdo Multipartes entre Ecuador y la Unión Europea. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 2–9. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/03/exportacionescamaron.html>
- Endara-Cifuentes, J., & Briones-Pacheco, W. (2023). Determinación de compuestos tóxicos en agua de cultivo de larvas (*Penaeus vannamei*) en Mar Bravo y la Diablica. Universidad Agraria del Ecuador.
- Eslava-Eljaiek, P., Wedler, E., & Serna-Macias, D. (2011). Caracterización y criterios de eclosión de quistes de *Artemia sp.*, en la salina de pozos colorados (Santa Marta, Colombia). *Intropica*, 101-108.
- FAO (1988). “MANUAL OPERATIVO Y DEFINICION DE UN LABORATORIO DE 160 MILLONES DE PL/ANO” Unidad de Artemia:8. Disponible en: <https://www.fao.org/4/AC410S/AC410S03.htm#cha8>.
- FAO. (2020a). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Sostenibilidad en acción. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FAO. (2020b). FAO Fisheries & Aquaculture - Visión General Del Sector Acuícola Nacional - Ecuador. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador_es/en
- Federación Ecuatoriana de Exportadores. (2020). Reporte estadístico mensual de comercio exterior. Fedexpor. <https://www.fedexpor.com/reportes-estadisticos/>
- Fornés Dieke, J. J. (2018). Estudio de viabilidad de la producción de biomasa adulta de *Artemia* (*A. franciscana*) como alimento vivo o congelado para acuariofilia.

- Gaspar Reyes, A., García-Galano, T., & Pérez, O. (2021a). Nutritional evaluation of Artemia for larval development in *Penaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture and Marine Biology*, 9(3), 118-123. <https://doi.org/10.xxxx/jamb.2021.93>
- Gaspar Reyes, W., Niño Velásquez, A., Alejos Cabrera, R., & Ynga Huamán, G. (2021b). Manual para la producción de Artemia franciscana como alimento para larvas y juveniles de peces.
- Guélaç Gómez, J., Sánchez Calle, J. E., & Valles-Coral, M. A. (2022). Impacto del uso de herramientas tecnológicas en la producción acuícola. Enfoque UTE. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.894>
- Guilarte, M. F. (2017). “Artemia, información del género y la especie Artemia franciscana” Disponible en: <https://animalesbiologia.com/invertebrados/artropodos/Artemia-generofranciscana>
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19971409717>
- Madkour, K., & Dawood, Mahmoud & Sewilam, Hani. (2022). The Use of Artemia for Aquaculture Industry: An Updated Overview. *Annals of Animal Science*. 23. 10.2478/aoas-2022-0041.
- Mohammed, A. T. (2021). Optimization of Artemia cyst decapsulation and its effects on hatching efficiency and nutritional quality. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 12(6), 1-7. <https://doi.org/10.xxxx/jard.2021.126>
- Mohammes, G. S. (2021). Estudio de la biometría y los parámetros de eclosión de quistes de Artemia recogidos en diferentes salinas de Argelia. *Revista AquaTIC*, 56, 1-14.

- Montiel, B. W. A. O. (2005). Calidad de Eclosión de Cistos de Artemia: Estudio Técnico de la Marca Bio Marine Premium y Bio Marine Clase C, bajo los parámetros de Calidad de Agua del Laboratorio de Levantamiento Larvario DELIMAR SA, Jiquilillo, Chinandega, en el periodo Junio-agosto 2004.
- Moraga, P., Ávila, R., & Vilaxa, A. (2015). Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de Artemia franciscana. *Idesia (Arica)*, 33(1), 85-92.
- Morales Llona, V. (2011). Impacto económico en la industria camaronera ecuatoriana debido a la baja calidad de la larva de camarón. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/1254>
- Nunes, B. S., Carvalho, F. D., Guilhermino, L. M., & Van Stappen, G. (2006). Use of the genus Artemia in ecotoxicity testing. *Environmental Pollution*, 144(2), 453-462. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.12.037>
- Ordoñez-Mejía C. (2021). Efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de Artemia sp en cría intensiva de post-larvas de *Penaeus vannamei*. *Dom. Cien.*, ISSN: 2477-8818. 7(2), 1167-1189.
- Peña, S. (2017). Análisis de datos, Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia: AREANDINA. Disponible en: <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1177>
- Peniuk, G. T., Schnurr, P. J., & Allen, D. G. (2016). Identification and quantification of suspended algae and bacteria populations using flow cytometry: Applications for algae biofuel and biochemical growth systems. *Journal of applied phycology*, 28, 95-104.

- Piña, M. I., Pérez, J. R., & Escobar, A. (2004a). Nutritional value of Artemia in the culture of *Penaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture*, 234(1-4), 493-501. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.003>
- Piña, P., Nieves, M., Voltolina, D., & Ortega, C. O. C. (2004). Crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de mysis de *Penaeus vannamei* alimentadas con nauplios de Artemia y con el rotífero *Brachionus plicatilis*. *Rev. Invest. Mar*, 25(3), 245-251.
- Recifart. (2024). Pasta de nauplios de Artemia. Recuperado de <https://www.recifart.com/es/alimento/1312-pasta-de-nauplios-de-Artemia.html>
- Salgado Leu, G. (2001). The use of Artemia in aquaculture systems. *Fisheries Science*, 67(1), 99-107. <https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00347.x>
- Sánchez Romero, A. (2018). Efecto de la temperatura sobre el tiempo y la eficiencia de descapsulación y eclosión en el crustáceo euritermo *Artemia sp.* Obtenido de: [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/26411/TFG_Sanchez_Romero_An_a.pdf?sequence=1#:~:text=El%20ciclo%20de%20vida%20de,Clegg%20y%20Conte%2C%201980\).](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/26411/TFG_Sanchez_Romero_An_a.pdf?sequence=1#:~:text=El%20ciclo%20de%20vida%20de,Clegg%20y%20Conte%2C%201980).)
- Sánchez-Estudillo, L. (2011). Alimento nutritivo, colorido y en movimiento: Los cultivos de apoyo en Acuicultura. *Ciencia y Mar*, 15(43), 55-60.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., & Leger, P. (2001). Use of the brine shrimp, *Artemia spp*, in marine fish larviculture. <https://www.sid.ir/paper/683480/en>
- Sorroza, L. S. (2019). Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway. *Cumbres*, 5(1), 113-124.
- Støttrup, J., & McEvoy, L. (2008). *Live Feeds in Marine Aquaculture*. John Wiley & Sons.

- Sociedad Venezolana de Acuicultura. (2023). Artemia enriquecida en vivo: Nauplios sin vibrio, un producto de última generación. Vietfish Magazine, 2023, Marzo/Abril, Pág. 32. Recuperado de <https://svacuicultura.org/noticia/Artemia-enriquecida-en-vivo-nauplios-sin-vibrio-un-producto-de-ultima-generacion/>
- Tacon, A. G., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4), 146-158.
- Tapia, C. E. F., & Cevallos, K. L. F. (2021). Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson-darling, ryan-joiner, shapiro-wilk y kolmogórov-smirnov. *Societas*, 23(2), 83-106.
- Tobo, J. E. N., Munévar, M. A. R., & Paloma, M. H. (2015). Aplicación de la espectrometría en la determinación de la concentración de cloro residual en el agua potable utilizada para consumo humano. *Letras ConCiencia TecnoLógica*, 13, 6-14.
- Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J., & Sorgeloos, P. (1998). Review of the biology of Artemia species used in aquaculture. *Hydrobiologia*, 358(1-3), 107-123. <https://doi.org/10.1023/A:1003160716643>
- Triantaphyllidis, G., Abatzopoulos, T., & Sorgeloos, P. (1998). Review of the biogeography of the genus Artemia (Crustacea, Anostraca). *Journal of biogeography*, 25(2), 213-226.
- Valarezo-Villacrez, G., & Baños-Cruz, G., (2016). Incidencia de las dietas alimenticias en el crecimiento de larvas de camarón (*Penaeus vannamei*). Universidad de Guayaquil.
- Vanhaecke, P., & Sorgeloos., P. (1980). International Study on Artemia IV. The biometrics of Artemia strains from different geographical origin. 3.

- Verdugo, N., & Andrade, V. (2018). Productos tradicionales y no tradicionales del Ecuador: Posicionamiento y eficiencia en el mercado internacional para el período 2013-2017. *Traditional and non-traditional products of Ecuador: Positioning and efficiency in the international market for the*. *X-Pendientes Económicos*, 2(3), 84–102.
- Villamar-Ochoa, C. (2000). La Artemia salina y su importancia en la producción camaronera. *Revista Aquatic*, 11.
- Watanabe, T., Kitajima, C., & Fujita, S. (1983). Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. *Aquaculture*, 34(1-2), 115-143.
- Wyban, J. (2007). World Shrimp Farming 2007. *Aquaculture Magazine*. Especializado en el análisis de producción global de camarones peneidos.
- Yockteng, J. (2009). Biomasa de Artemia en el Ecuador. *Tilapia & Camarones*, 1(2), 21-22-23.
- Zambrano-Carranza, B., (1999). " Evaluación de dietas artificiales con Artemia adulta en la maduración y reproducción de *Penaes vannamei*". Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Manabí. Bahía de Caráquez. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8608>
- Zhou, Z., Zhang, P., Tan, P., Chen, R., Hu, W., Wang, L., Zhang, Y., & Xu, D. (2023). Artemia nauplii enriched with soybean lecithin enhances growth performance, intestine morphology, and desiccation stress resistance in yellow drum (*Nibea albiflora*) larvae. *Metabolites*, 15(1), 63. <https://doi.org/10.3390/metabo15010063>

ANEXOS



Ilustración 1: Preparación para cosecha, descenso de niveles.



Ilustración 2: Artemia cosechada



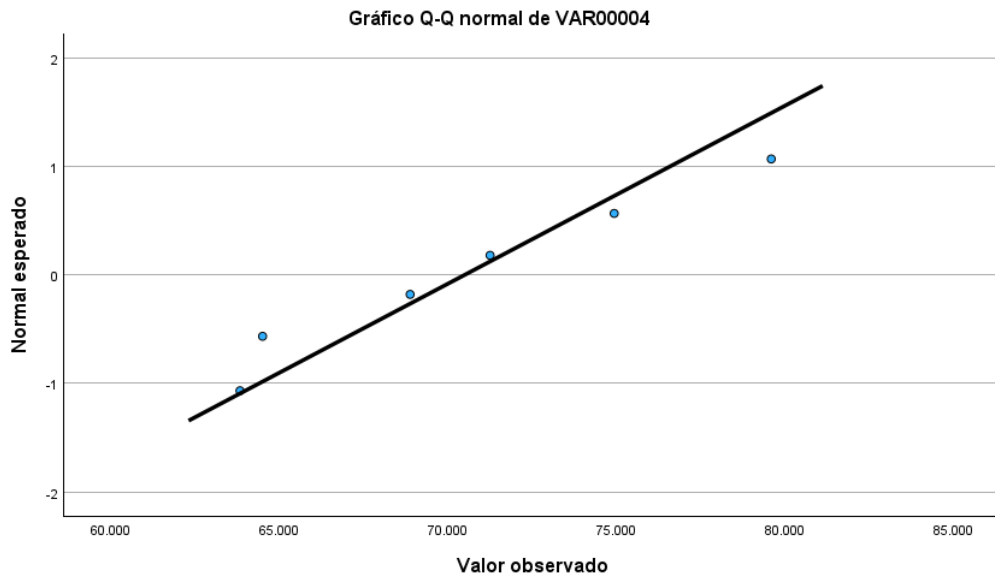
Ilustración 3: Preparación y desinfección de equipos para recepción de la Artemia cosechada.



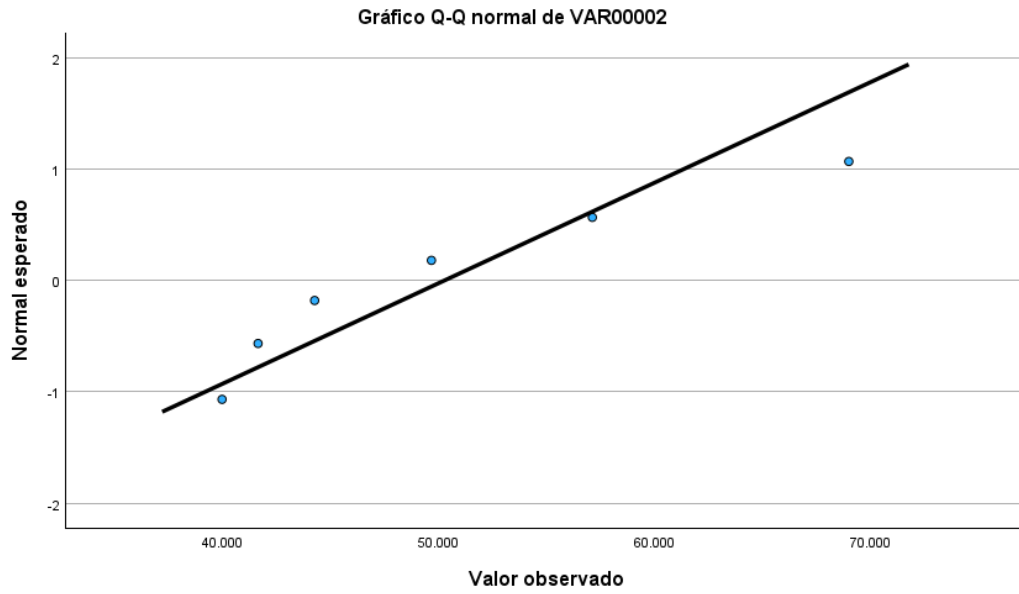
Ilustración 4: *Artemia sp.*, previo a pesaje para almacenamiento y posterior distribución.



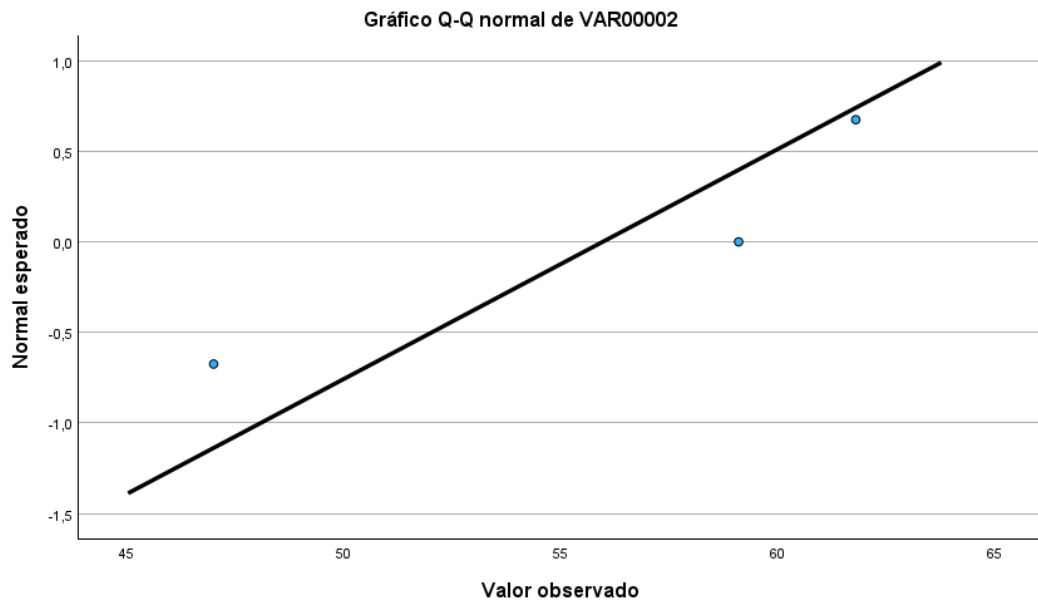
Ilustración 5: Obtención de muestra para calcular Artemia/gr.



Anexo 1. Prueba de normalidad para Conteo de nauplios por gramo del Tratamiento 1



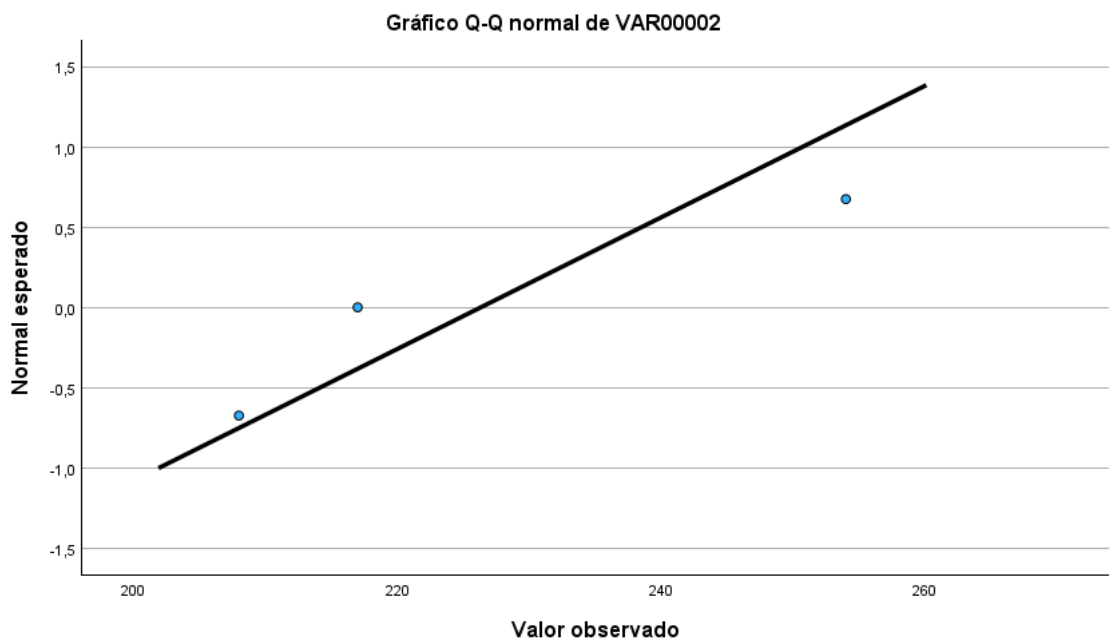
Anexo 2. Prueba de normalidad para Conteo de nauplios por gramo del Tratamiento 2



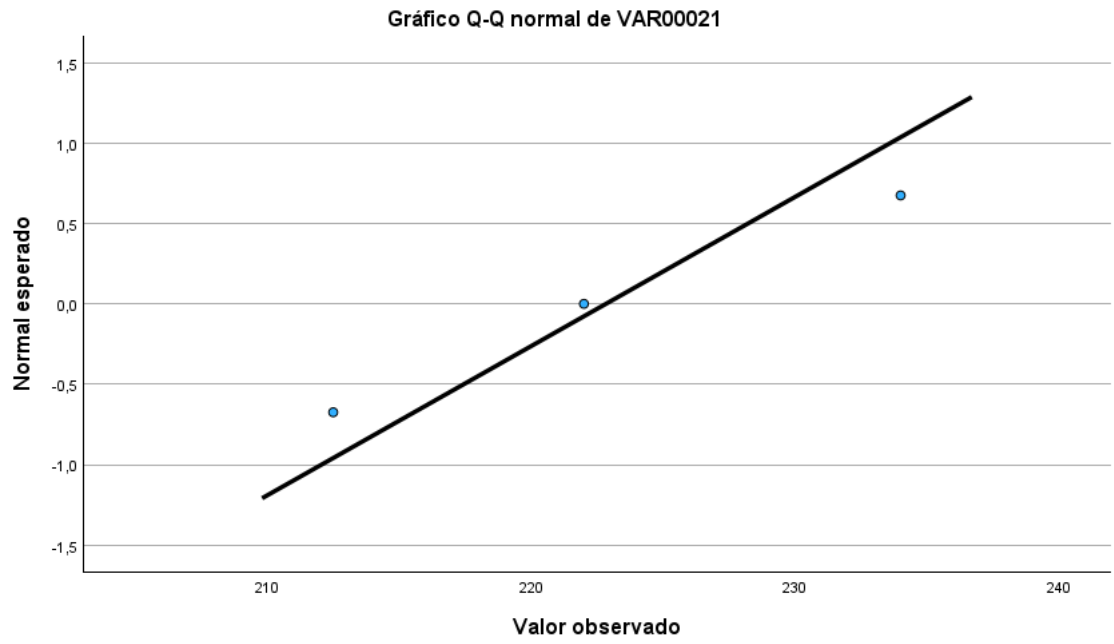
Anexo 3. Prueba de normalidad para Supervivencia para el Tratamiento 1



Anexo 4. Prueba de normalidad para Supervivencia para el Tratamiento 2



Anexo 5. Prueba de normalidad para Crecimiento para el Tratamiento 1



Anexo 6. Prueba de normalidad para Crecimiento para el Tratamiento 2