



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE HIDRATACIÓN EN  
CAMARÓN BLANCO CONGELADO CON ADITIVOS CARNAL  
659S, ALTESA NEO S700 Y ALTESA ABC2D POR MÉTODOS  
TECNOLÓGICOS E INSTRUMENTALES**

**AUTOR  
BARRERA YANCE EDISON DANIEL**

**TUTOR  
ING. LUIS CALLE MENDOZA, M.Sc**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2025**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE HIDRATACIÓN EN CAMARÓN BLANCO CONGELADO CON ADITIVOS CARNAL 659S, ALTESA NEO S700 Y ALTESA ABC2D POR MÉTODOS TECNOLÓGICOS E INSTRUMENTALES, realizado por el estudiante BARRERA YANCE EDISON DANIEL; con cédula de identidad N° 0944179779 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 27 de noviembre del 2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE HIDRATACIÓN EN CAMARÓN BLANCO CONGELADO CON ADITIVOS CARNAL 659S, ALTESA NEO S700 Y ALTESA ABC2D POR MÉTODOS TECNOLÓGICOS E INSTRUMENTALES”, realizado por el estudiante BARRERA YANCE EDISON DANIEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Luis Zúñiga Moreno, M.Sc  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Julio Palmay Paredes, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Yoansy García Ortega, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Luis Calle Mendoza, M.Sc  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 17 de octubre del 2025

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios, porque ha sido mi guía y mi fortaleza en cada paso de este camino.

Gracias a Él, he recibido la sabiduría y la paciencia que necesitaba para llegar hasta aquí.

A mis padres, Daniel Barrera y Vivian Yance, por su amor incondicional. Ellos me enseñaron con su ejemplo el valor del esfuerzo y nunca dejan de ser la base y el apoyo más importante en mi vida.

A mis amigos, quienes con su compañía hicieron que este camino fuera más llevadero.

A mi jefe Carlos López y a mis compañeros de trabajo, por entenderme, apoyarme y motivarme a seguir adelante para lograr esta meta académica. Con mucho cariño y gratitud, les dedico este trabajo, que representa un esfuerzo personal muy importante, pero también el resultado del apoyo y ánimo que recibí de todos ustedes.

## AGRADECIMIENTO

A parte de agradecer primeramente a Dios, a mis padres y familiares quisiera darles un agradecimiento especial a aquellas personas que estuvieron conmigo en los momentos que más los necesite, momentos tan cruciales e importantes que de no ser por estas personas quizás todo hubiera terminado.

Alessio Murillo te agradezco por haber llegado en el momento indicado y siendo un completo desconocido haberme ayudado como nadie en su momento lo había hecho.

David Ortega te agradezco por haberme acompañado en la mayor parte de mi vida universitaria y enseñarme que las cosas más complicadas a veces se resuelven simplemente relajándose un poco.

María Clara Quimí te agradezco por estar siempre a mi lado y apoyarme en todos mis planes sin importar lo complicados y absurdos que hayan podido llegar a ser.

Nicole Engracia a ti te agradezco por existir y desde que inició la carrera haber sido una excelente amiga y nunca dejarme de lado a pesar de las circunstancias.

Gracias a ustedes es que todo esto es posible.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo BARRERA YANCE EDISON DANIEL, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE HIDRATACIÓN EN CAMARÓN BLANCO CONGELADO CON ADITIVOS CARNAL 659S, ALTESA NEO S700 Y ALTESA ABC2D POR MÉTODOS TECNOLÓGICOS E INSTRUMENTALES” para optar el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, noviembre 27 de 2025

BARRERA YANCE EDISON DANIEL  
C.I 0944179779

## RESUMEN

La industria camaronera en Ecuador representa un sector estratégico de la economía nacional, sin embargo, enfrenta retos relacionados con la conservación de la calidad del producto durante procesos de congelación y almacenamiento. En este contexto, se planteó evaluar el porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) empleando tres aditivos comerciales (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D), en concentraciones del 2 % y 3 %, para determinar su eficacia en la retención de agua y su impacto en aspectos de textura y color. La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental, utilizando pruebas instrumentales y tecnológicas para analizar la hidratación, la pérdida por descongelación, la pérdida por cocción, la textura mediante el analizador de perfil de textura Brookfield CT3, y el color por escala CIELAB. Los resultados demostraron que el aditivo Carnal 659S al 2 % presentó el mayor porcentaje de hidratación ( $12,12\% \pm 2,38$ ). En cuanto a la pérdida por cocción, Altesa ABC2D al 3 % fue el tratamiento más eficiente ( $7,48\% \pm 1,92$ ), superando significativamente al control ( $27,42\% \pm 8,09$ ). Respecto al análisis de textura, los camarones tratados evidenciaron menor dureza y mayor resiliencia en comparación con el control, mientras que en colorimetría los valores de diferencia de color ( $\Delta E$ ) se mantuvieron dentro de rangos no perceptibles ( $<1,0$ ). En conclusión, el empleo de aditivos contribuye significativamente a mejorar el rendimiento y calidad del camarón congelado, y el uso de cada aditivo estudiado estará sujeto a los propósitos de interés de la industria camaronera.

**Palabras clave:** *aditivos, camarón blanco, colorimetría, hidratación, textura.*

## ABSTRACT

The shrimp industry in Ecuador represents a strategic sector of the national economy; however, it faces challenges related to maintaining product quality during freezing and storage processes. In this context, the objective was to evaluate the hydration percentage in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using three commercial additives (Carnal 659S, Altesa Neo S700, and Altesa ABC2D) at concentrations of 2 % and 3 %, in order to determine their effectiveness in water retention and their impact on texture and color attributes. The research was carried out under an experimental design, employing instrumental and technological tests to analyze hydration, thawing loss, cooking loss, texture using the Brookfield CT3 texture profile analyzer, and color through the CIELAB scale.

Results showed that Carnal 659S at 2 % achieved the highest hydration percentage ( $12,12 \% \pm 2,38$ ). Regarding cooking loss, Altesa ABC2D at 3 % was the most efficient treatment ( $7,48 \% \pm 1,92$ ), significantly outperforming the control ( $27,42 \% \pm 8,09$ ). In texture analysis, treated shrimp exhibited lower hardness and greater resilience compared to the control, while in colorimetry, the color difference values ( $\Delta E$ ) remained within imperceptible ranges ( $<1,0$ ). In conclusion, the use of additives significantly improves the yield and quality of frozen shrimp, and the selection of each additive will depend on the specific objectives of the shrimp industry.

**Keywords:** additives, white shrimp, colorimetry, hydration, texture.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes del problema .....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	2
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Delimitación de la investigación.....	3
1.5 Objetivo general .....	4
1.6 Objetivos específicos .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Estado del Arte .....	5
2.2 Bases científicas y teóricas.....	8
2.3 Marco Legal .....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1 Enfoque de la investigación.....	16
3.2 Metodología .....	17
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
4.1 Determinación el porcentaje de hidratación y eficacia del proceso post-hidratación de camarones con la aplicación de los aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D) por medio de peso (pieza/libra). .....	26
4.2 Evaluación por métodos instrumentales el camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) post-hidratado los parámetros de pérdida de descongelación, pérdida por cocción y la textura de con un analizador de perfil de textura Brookfield CT3. ....	27
4.3 Análisis del parámetro de color del camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) hidratado por medio de la técnica de colorimetría por escala CIELAB. ....	30
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
6.1 Conclusiones .....	35
6.2 Recomendaciones.....	36
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 1:</b> Morfología del camarón.....	43
<b>Anexo N° 2:</b> Procesamiento del camarón.....	43
<b>Anexo N° 3:</b> Presentación de langostinos y camarones enteros, descabezados, pelados y limpios. ....	44
<b>Anexo N° 4:</b> Pesaje de aditivos.....	44
<b>Anexo N° 5:</b> Recepción de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) pelado y desvenado. ....	45
<b>Anexo N° 6:</b> Proceso de hidratación con aditivos (2 % y 3 %) con las muestras de camarones. ....	45
<b>Anexo N° 7:</b> Proceso de hidratación de camarones con sus respectivos aditivos y concentraciones. ....	46
<b>Anexo N° 8:</b> Muestras de camarones post-hidratación.....	46
<b>Anexo N° 9:</b> Empaquetado de las muestras en bolsas plásticas. ....	47
<b>Anexo N° 10:</b> Muestra hidratadas en proceso de congelación IQF.....	47
<b>Anexo N° 11:</b> Toma de temperatura de muestras post-hidratadas congeladas. ..	48
<b>Anexo N° 12:</b> Preparación de muestras para análisis de perdida por cocción. ....	48
<b>Anexo N° 13:</b> Medición de temperatura ideal (85°C) para cocción de muestras. .	49
<b>Anexo N° 14:</b> Secado de las muestras luego de la cocción. ....	49
<b>Anexo N° 15:</b> Pesaje de las muestras para determinar su pérdida por cocción. ..	50
<b>Anexo N° 16:</b> Medición de color con colorímetro sobre las muestras post-hidratación. ....	50
<b>Anexo N° 17:</b> Datos recopilados de etapa experimental (Hidratación, pérdida por descongelación y pérdida por cocción). ....	51
<b>Anexo N° 18:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación de hidratación. ....	51
<b>Anexo N° 19:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación de pérdida por descongelación.....	52
<b>Anexo N° 20:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación por pérdida de cocción.....	52
<b>Anexo N° 21:</b> Datos recopilados de etapa experimental de análisis de textura....	53
<b>Anexo N° 22:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Dureza). ....	53

<b>Anexo Nº 23:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Fracturabilidad) .....	54
<b>Anexo Nº 24:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Caída Carga 1era fractura).....	54
<b>Anexo Nº 25:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Resiliencia). .....	55
<b>Anexo Nº 26:</b> Datos recopilados de etapa experimental de análisis de colorimetría considerando sus valores de diferencia de color ( $\Delta E$ ).....	55
<b>Anexo Nº 27:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 0). .....	55
<b>Anexo Nº 28:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 3). .....	56
<b>Anexo Nº 29:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 6). .....	57
<b>Anexo Nº 30:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 9). .....	57
<b>Anexo Nº 31:</b> Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 12). .....	58

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

En Ecuador el sector alimentario posee mayor crecimiento, debido a que consta con una proporción aproximada de 4,7 % de su producto interno bruto y con un mercado de más de 3 mil millones de dólares. Dentro de estos datos estadísticos, destaca la industria camaronera que ha tenido un aporte del 8% siendo así una fuente clave de ingresos representando una actividad económica esencial convirtiendo al país en uno de los principales exportadores de camarón en el mundo al igual que países como China, Tailandia, Indonesia y Brasil (Riofrio et al, 2021).

Se debe considerar ciertas medidas con relación al camarón, tal es el caso del almacenamiento del camarón que de realizarse de forma adecuada permitiría extender la vida útil aproximadamente de 1 a 2 días. Por ello, surge la necesidad de diseñar estrategias para prevenir o frenar la degradación de su calidad. En la actualidad existe un gran interés en la aplicación de conservantes y aditivos que contribuyan a mantener la vida útil del camarón, retraen el deterioro a baja temperatura y mejoren sus características organolépticas (Sharaf y Tahergorabi, 2017).

Los aditivos resultan atractivos debido a su aplicabilidad, eficiencia y, sobre todo, los resultados obtenidos, en la actualidad, las empresas pesqueras especializadas en productos hidrobiológicos congelados, tanto de origen marítimo como continental, emplean aditivos alimentarios para fines como la reducción de acidez, la hidratación, la retención de humedad, y funciones crioprotectoras, antimelanósicas, mejoras de textura, y para mejorar la presentación del producto, sin comprometer su valor nutritivo, color y apariencia (Atoche, 2021).

En el presente proyecto se propuso la utilización de aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y ABC2D) los cuales contribuyeron en la hidratación del camarón, brindando mayor peso y talla en el producto final y esto se evaluó por métodos tecnológicos e instrumentales. Esta investigación fue de gran importancia, puesto que se cuenta con información muy escasa de los porcentajes de hidratación que pueden ser alcanzados con la utilización de los aditivos en estudio. Es importante mencionar que existen restricciones, por ejemplo, en algunos mercados se prohíbe

el ingreso de fosfatos ya que pueden resultar dañinos para la salud, debido a se opta por el uso de los citratos y carbonatos (Montero, 2020).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es una especie ampliamente cultivada y consumida a nivel mundial, y sus propiedades sensoriales y nutricionales están directamente relacionadas con el proceso de hidratación que ocurre después de la congelación. Un aspecto importante dentro de este rubro es la estimación del porcentaje de hidratación del camarón blanco congelado, especialmente en la producción y comercialización de este tipo de producto. En este contexto se propuso abordar las cuestiones relacionadas con la variabilidad de los métodos de hidratación utilizados, centrándose en tres hidrantes específicos: Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D, además fueron puestos en análisis para su determinación de calidad por parámetros instrumentales y tecnológicos.

Un factor esencial de la industria camaronera son los parámetros de textura, jugosidad y apariencia del camarón, por ello es importante conocer la efectividad como agente hidratante de los aditivos. Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D son aditivos ampliamente utilizados en la industria alimentaria, pero sus efectos específicos sobre el camarón blanco congelado no han sido evaluados en detalle, siendo el objetivo de la investigación determinar la diferencia en el porcentaje de hidratación logrado por cada aditivo y su efecto sobre las propiedades sensoriales del producto final, las cuales también fueron evaluadas por parámetros de tipo tecnológicas e instrumentales que permitieron obtener a detalle características de textura, firmeza y la capacidad de retención de humedad.

La necesidad de establecer parámetros claros y comparables entre los diversos hidratantes propuestos justifica la implementación de este estudio, que contribuyó a la estandarización de las prácticas de producción de camarón congelado y, en última instancia, beneficiaría a la industria acuícola según sus intereses productivos.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál de los tres aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D) aportó un mejor porcentaje de hidratación en el camarón blanco (*Litopenaeus*

*vannamei*) y presentó mejores resultados en la evaluación por métodos tecnológicos e instrumentales?

### **1.3 Justificación de la investigación**

Las características específicas de los recursos pesqueros incluyen aspectos físicos y atributos de aceptación, como la muscularidad y flexibilidad, que están directamente vinculados a su capacidad de retención de agua. La industria pesquera está cada vez más centrada en prestar atención a estos aspectos. La investigación en este campo ha llevado al desarrollo de una variedad de productos basados en fosfato hasta alternativas libres de fosfatos, como el citrato, junto con otros ingredientes. Estos productos cumplen con las normativas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), así como con las regulaciones establecidas por los países que requieren estos productos (Atoche, 2021).

El sector tecnológico pesquero ha incrementado la demanda de este tipo de productos, en pescados y mariscos, compensando muchas veces con los rendimientos y ayudando a mantener las características sensoriales de los productos procesados, siendo así que la necesidad de establecer parámetros claros y comparables entre los diversos hidratantes propuestos y además el poder determinar la efectividad de aditivos evaluando la retención de agua, textura y color en los camarones por métodos instrumentales y tecnológicos, justifica la implementación de este estudio, que contribuye a la estandarización de las prácticas de producción de camarón congelado y, en última instancia, beneficia a la industria alimentaria y a los consumidores.

### **1.4 Delimitación de la investigación**

- **Espacio:** El presente trabajo se realizó en la ciudad de Guayaquil en el Laboratorio de Procesamiento de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”, en Universidad Agraria del Ecuador, Unidad Académica Guayaquil.
- **Tiempo:** El proyecto experimental tuvo una duración de 6 meses en el periodo 2024 – 2025.
- **Población:** Producto destinado a consumo de público general.

### **1.5 Objetivo general**

Evaluar el porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) congelado mediante: Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D por métodos tecnológicos e instrumentales.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de hidratación y eficacia del proceso post-hidratación de camarones con la aplicación de los aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D) por medio de peso (pieza/libra).
- Evaluar por métodos instrumentales el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) post-hidratado los parámetros de pérdida de descongelación, pérdida de cocción y la textura con un analizador de perfil de textura Brookfield CT3.
- Analizar el parámetro de color del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) hidratado por medio de la técnica de colorimetría por escala CIELAB.

### **1.7 Hipótesis o idea a defender**

Uno de los aditivos para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) mejora el porcentaje de retención de agua minimizando la formación de cristales de hielo en el proceso de congelación y reduce la afectación en los tejidos internos del camarón, los cuales son evidenciados por parámetros instrumentales y tecnológicos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del Arte

La manufactura de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) congelado es de gran importancia para países productores de esta materia prima como Ecuador, Tailandia, India o Vietnam, Sringarm et al. (2022) se tiende a utilizar de forma frecuente fosfatos y polifosfatos como aditivos que reduzcan la pérdida de agua en el camarón, logrando mantener un peso constante y adecuado para exportaciones.

El uso de polifosfatos de sodio como el Carnal 659S en camarón es una práctica común. Estudios como el realizado por Goncalvez y Duarte (2009) indican que al sumergir la materia prima en tripolifosfato de sodio (STPP) en relación 5:100 g / g antes de congelarlos primero con nitrógeno líquido (- 86 °C) y luego en túnel de explosión a - 30 °C lograron evitar la pérdida de rendimiento que en general se maneja entre el 10 y 30 % y con la añadidura del fosfato se logró una pérdida mínima de 8.94 %. El porcentaje de agua absorbida por el camarón también se mantuvo en un índice de 1.5 % y la aceptación sensorial (sabor, olor, apariencia y textura) luego de 15 días congelado se marcó en 82.5 %.

El uso de carbonatos y citratos sódicos como alternativas a los fosfatos también ha sido estudiada dentro del mundo camaronero. Chantarasuwam, Benjakul y Visessanguan (2015) evaluaron el uso de carbonato sódico al 2 % en una solución para inmersión de camarón previo a congelación a - 30 °C. El contenido de sal del carbonato tuvo un efecto positivo, puesto que el músculo del camarón no se degradó, retardando la pérdida de peso y obteniendo un mayor porcentaje de rendimiento. La humedad se mantuvo en un rango óptimo de 74 %.

Montero (2020) evaluó el porcentaje de hidratación en colas de langostino blanco (*Penaeus vannamei*) peladas y desvenadas, en presentación PYD TOFF, talla 26/30. Empleó tres aditivos comerciales Carnal 659, Altesa PS y Novogigas LC preparados al 2,5 % en solución, con el fin de comparar su eficiencia en la retención de agua. En total, se dispuso de 600 kg de producto, los cuales fueron distribuidos en seis tanquetas de 100 kg cada una, asegurando así dos repeticiones por tratamiento para reforzar la confiabilidad estadística. Una vez finalizado el tratamiento, las muestras se congelaron y empacaron en bolsas de 2 lb, determinándose un peso final en balanza de 9,10 a 9,15 g, valor previamente validado por el área de Aseguramiento de la Calidad de la planta. Los porcentajes

de hidratación obtenidos fueron: Carnal 659 → 10,20 %, Altesa PS → 10,75 % y Novogigas LC → 10,50 %, observándose que el tratamiento con Altesa PS presentó la mayor retención hídrica promedio.

Rivero (2012) realizó una investigación acerca de camarones provenientes de capturas de pescadores artesanales de la Laguna de Castillos - Arroyo de Valizas (Rocha). Utilizó 3 ensayos analizando ejemplares de peso individual igual o superior a 10 g, por ser el peso mínimo comercial. Los camarones refrigerados evaluados en este trabajo mantuvieron su carácter de fresco hasta el quinto día de la experiencia, los ejemplares se encontraron deshidratados, viscosos y pegajosos al tacto. En el proceso de deterioro el color gris castaño se fue tornando cada vez más oscuro, los ojos perdieron brillo y prominencia y el olor dejó de ser aromático y agradable para pasar a ser azufrado y sulfídrico, característico de ejemplares podridos. La elasticidad en camarones frescos es firme y elástica a la presión moderada y disminuye progresivamente, aunque nunca llegó a valores descalificantes, por lo que no se lo debe considerar como un indicador del grado de putrefacción. Los ejemplares frescos no presentaron exudados, pero a medida que transcurren los días pierden un líquido turbio y pútrido. Los parámetros que resultaron más significativos para la evaluación del deterioro fueron la apariencia general y el color que variaron a medida que aumentaba el deterioro.

Hafiz et al, (2024) efectuaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar la textura y el color de *P. vannamei* después de haber sido recubierto con extracto de hoja de betel al 0.5, 1.0 y 2.0 % durante 16 días de almacenamiento refrigerado. Se encontró que tenía cambios de textura ligeramente aleatorios e insignificantes. Sin embargo, los cambios de color disminuyeron lentamente, especialmente en *P. vannamei* recubierto con extracto de hojas de betel al 2.0 % y apoyado por la evaluación sensorial para la aceptación del consumidor resultó en una dureza significativamente menor ( $p < 0.05$ ) ( $20646.11 \pm 480.10$  N) en comparación con otros en el día inicial y mostró una tendencia ligeramente decreciente durante el almacenamiento, pero no significativamente ( $p > 0.05$ ). Después de 12 días en frío, el *P. vannamei* recubierto con el extracto mostró un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) en la elasticidad de  $0.53 \pm 0.15$  % en el día inicial a  $0.63 \pm 0.06$  % al final del día de almacenamiento, lo que indica una textura más firme. El tratamiento con extracto de hojas de betel al 2.0 % tuvo el valor más alto de cohesividad ( $0.35 \pm 0.05$  %) y resiliencia ( $0.58 \pm 0.06$ ) en el día inicial, pero no

significativamente diferente ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, con el tiempo, los valores mostraron una tendencia decreciente con el almacenamiento prolongado.

Palma (2015) efectuó una medición del color del músculo del camarón evaluado por medio de un sistema basado en colorimetría de triestímulo, utilizando un colorímetro Minolta™ CR-400. Con el siguiente procedimiento de ajuste del modo de reflectancia, cuya apertura en el puerto de lectura fue de 0.5 cm, el cual se colocó de forma perpendicular a la superficie del músculo y luego se tomó la primera lectura con el equipo. Este proceso registró los parámetros de color  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (matiz rojoverde) y  $b^*$  (matiz amarillo-azul). Además, se realizaron dos disparos a cada camarón. El primer disparo se realizó en el abdomen sin quitarle el caparazón, es decir la parte exterior del abdomen (L1). Posteriormente se hizo un corte transversal separando el cefalotórax más el primer segmento del abdomen y el segundo disparo se realizó en la parte interior del abdomen (L2). La primera lectura de color realizada en la parte exterior del camarón indicó que al aumentar los días de almacenamiento también aumentó la  $L^*$ , los valores variaron de  $30.03 \pm 2.15$  a  $42.54 \pm 2.46$  indicando que en un principio los camarones recién cosechados presentaron menor brillo, el cual aumentó con el transcurso de los días de almacenamiento en hielo, el caparazón se volvió más claro. La dieta de HP (a base de harina de pescado), presentó los organismos más claros.

Parisenti et al. (2011) plantearon como objetivo analizar la preferencia de los consumidores con respecto al color en camarones crudos y cocidos. Las muestras de camarones se analizaron a simple vista, se confirmaron por colorimetría y se clasificaron en las siguientes categorías: gris oscuro ( $L^* 27,99$ ;  $h 168.16$ ), gris ( $L^* 32.58$ ;  $h 124,60$ ) y gris claro ( $L^* 36,2$ ;  $h 119.35$ ) para camarones crudos; y naranja intenso ( $L^* 61,49$ ;  $h 54,69$ ), naranja ( $L^* 65,97$ ;  $h 57,79$ ) y naranja claro ( $L^* 72,65$ ;  $h 70.17$ ) para camarones cocidos. Se realizó una prueba de clasificación de preferencia con 35 jueces invitados a clasificar las muestras en orden descendente de preferencia. Los consumidores prefieren camarones crudos más claros (gris claro y gris) y camarones cocidos de color naranja brillante (naranja y naranja intenso), lo que indica que la suplementación de los alimentos de camarones para la pigmentación debe seguir optimizando sus parámetros para la aceptación del consumidor.

## 2.2 Bases científicas y teóricas.

### 2.2.1 Camarón blanco

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es una especie de crustáceo de la familia *Penaeidae*, se encuentra desde Centroamérica hasta parte de Perú (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 2002).

#### 2.2.1.1. Información biológica.

##### 2.2.1.1.1. Morfología.

El cuerpo del camarón blanco es alargado y está dividido en tres partes: el cefalotórax, el abdomen y la cola. Tiene un color blanco translúcido con tonos amarillos, y algunas partes del cuerpo, como las antenas, las patas delanteras y la cola, tienen un color rojizo. El rostro es moderadamente largo y tiene entre 7 y 10 dientes en la parte superior y entre 2 y 4 en la parte inferior. (Anexo 1) (Instituto de Acuacultura Mexicano, 2018).

##### 2.2.1.1.2. Ciclo de vida.

En estado libre se reproducen en aguas costeras del océano, tras la etapa larvaria (nauplio, zoea y mysis), las postlarvas migran a sistemas estuarinos para seguir creciendo hasta alcanzar un tamaño de entre 4 y 10 cm. Luego regresan al océano para completar su madurez (Instituto de Acuacultura Mexicano, 2018). En estado de reproducción controlada todo esto se realiza en piscinas aclimatadas y con las condiciones necesarias para conservar la vida del animal.

#### 2.2.1.2. Importancia económica y comercial del camarón blanco.

##### 2.2.1.2.1. Principales países productores.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2023), mencionan que los principales productores de camarón blanco a nivel mundial son Bahamas, Belice, Brasil, Camboya, China, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Filipinas, Guatemala, Honduras, India, Indonesia, Islas del Pacífico, Jamaica, Malasia, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Surinam, Tailandia, Taiwán Venezuela, y Vietnam.

Entre los años 2021 y 2023 la India se consolidó junto con Ecuador como los principales exportadores hacia Estados Unidos con 303.574 TM y 199.813 TM respectivamente (El Universo, 2023).

#### **2.2.1.2.1. El camarón en Ecuador.**

El cultivo del camarón en Ecuador comenzó a partir de los años ochenta, con el fin de la época cacaotera el país logró convertirse en pocos años en el pionero del cultivo a nivel americano, en estas tierras se siembran dos tipos: *Litopenaeus stylirostris* o camarón azul con alrededor del 5 % de los cultivos al año, y *Litopenaeus vannamei* con aproximado el ±90 % de los cultivos anuales (Betancourt et al, 2021).

Según la Cámara Nacional de Acuacultura [CNA] (2023) existen cerca de 197 empresas dedicadas a la cría de camarón, estas representan un aproximado de 210.000 ha, con una rentabilidad anual creciente del 8 % anual.

Betancourt, Herrera y Herrera (2021), coinciden con la CNA (2023) en que el camarón ha mantenido su posición como líder en productos tradicionales libres de aceite desde el año 2021, con cifras de exportación que alcanzan las 155.1 millones de libras, lo que representa un aumento del 9.4 % en comparación con el año 2020, y un aumento del 75 % en comparación con 2017. Estas cifras generaron ventas por un total de 485.2 millones para el país.

Entre los principales compradores del camarón ecuatoriano y como indican Chancay, Vásquez y Soledispa (2021), están China (\$2 M), Estados Unidos (\$1.3 M), España (\$338 k), Francia (\$333 k) e Italia (\$287 k).

#### **2.2.1.3. Proceso de congelación del camarón.**

En Anexo 2 se observa el proceso de congelación de camarón utilizado por ABC World Shrimp Company (2018).

El proceso de congelación de camarón se da luego de recibir el camarón previamente limpio (lavado, descabezado, ensalmuerado)

- Descargue: El camarón semi - congelado se recibe y se descarga en gavetas de plástico previamente limpias y desinfectadas
- Pesaje: Se realiza para saber en qué condiciones se recibe la materia prima, se pesan hasta 10 cajas de 14 – 15 kg por tanda
- Descongelación: Como se recibe el camarón semi – congelado es necesario pasar las gavetas por agua a 0 °C para poder seleccionarlos y clasificarlos posteriormente.
- Lavado: En un tanque continuo se deposita el camarón en una solución de NaClO a 225 ppm.

- Selección e Inspección: Se realiza para separar de la línea de proceso, los camarones defectuosos, manchados y los cuerpos extraños e indeseables.
- Clasificación por tallas y tamaños: agrupar los camarones por tallas y tamaños en forma manual o mecánica en equipos de bocas seleccionadoras, de acuerdo a las tablas de clasificación comercial de las plantas, que indica el número de unidades en la unidad de peso.
- En este punto el producto se trata con el químico (Carnal, Altesa, etc.) y sal, para hidratar el camarón y ganar una talla, este tratamiento es de 2 horas, y se lo realiza en tanques grandes plásticos, o por rocío constante, luego de transcurrido el tiempo se saca el producto para dejar escurrir.
- Pesaje: Camarones pesados y empaquetados en cajas recubiertas de parafina con forro plástico, dispuestas sin espacio libre o hendiduras entre las filas. Peso verificado después de escurrir.
- Glaseado: Se adiciona a cada caja con camarones la cantidad de 700 ml de agua fría para cubrir el producto cuando se congela, protegiendo de esta manera de la desecación del producto durante un almacenamiento prolongado.
- Congelación: Se coloca las cajas con el producto en cubetas o bandejas y llevadas a los túneles de congelación (circulación rápida y continua del aire frío) o en congeladores de placas. En los congeladores de placas se congela generalmente a (- 35 °C), durante 4 horas y en los túneles, a (- 35 a - 45 °C), durante 8 horas.
- Empaquetado: Despues de la congelación, el producto se saca de las cámaras y mediante la aplicación de agua fría e inversión de los bloques o cajas, se recibe y se coloca nuevamente en las cajas parafinadas y litografiadas. Se cierran y se empacan en las cajas master de cartón corrugado con capacidad de 30 lb.
- Almacenamiento: El producto terminado se estiba y almacena en cámaras de aire estático en temperaturas de (- 35 °C) para que mantenga la temperatura mínima (- 18 °C).
- En control de calidad se realizan pruebas químicas, físico químicas, microbiológicas y sensoriales.

## **2.2.2 Aditivos en camarón**

### **2.2.2.1. Carnal 659S.**

Innovaciones Acuícolas (2023), define al Carnal 659S como eficaz combinación de fosfatos, que le proporcionan al camarón una protección contra el frío mientras que logra mantener la humedad propia del producto sin alterar sus características organolépticas. Presenta una eficaz protección contra microorganismos patógenos.

Purizaca (2022), señala que Carnal 659S ayuda a prevenir la acidificación de los productos marinos, por lo que su inclusión dentro del lado comercial potencializa que el pH de los productos se mantenga lo más cercano a 7.

Las concentraciones que se utilizan de forma frecuente para la preparación de las soluciones de Carnal 659S son entre el 1 y 3 % obteniéndose resultados favorables en pescado y camarón congelado al utilizarse al 2 % (Sringarm, y otros, 2022)

### **2.2.2.2. Altesa Neo S700.**

Mejora la textura y jugosidad de los camarones o productos marinos sin alterar el color ni sabor natural, se lo considera como uno de los más ligeros conservantes a nivel de camarón, pues permite una clara visualización de la estructura interna de este, por ello las presentaciones mariposa y brochetas son las que más se utilizan (DresdenFi, 2022).

Braschi, Castillo, Doig, Landa y Oquelis (2019), citan que debido a su eficacia las soluciones que se preparen con este aditivo no deben de superar el 2 %.

### **2.2.2.3. ABC2D.**

Tiene una estructura muy similar a Altesa Neo S700, de echo fueron desarrollados por la misma empresa, con la diferencia de que se utiliza sobretodo en la conservación de pescados en filetes y trozos, DresdenFi (2022) indica que el producto ofrece una protección criogénica y mantiene la humedad en un rango no mayor del 9 % a los productos que se lo aplica, al igual que otros productos a base de citratos se recomienda no utilizar proporciones mayores al 2 %.

### **2.2.2.4. Ingesta Diaria Aceptable (IDA).**

Viñuela (2019), indica que la IDA es la dosis diaria de una sustancia que puede ser expresada por mg / kg de peso, dentro de la industria alimentaria y como señala el CODEX STAND los aditivos alimentarios, preservantes y saborizantes tiene una IDA señalada, debido a que se tiene que evaluar el punto toxicológico estimando la cantidad o porcentaje de aditivo incluido en una materia prima.

Braschi et al. (2019) citando a la Organización Mundial de la Salud y el Codex Alimentarius (1995), indican que la cantidad de aditivo que se añada en procesos de fabricación se debe limitar a la dosis mínima que presente resultados favorables, esto de acuerdo a que se debe limitar el uso de aditivos siempre que se cumplan con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Barreiro y Sandoval (2006) señalan que se ha descubierto que, sin el uso de aditivos químicos, el camarón experimenta una pérdida de peso durante el descongelado debido a la falta de retención y la rotura de membranas celulares que provoca la pérdida de agua. Por lo tanto, el uso de aditivos es una buena opción para contrarrestar esta pérdida de agua y mejorar la textura y apariencia del camarón durante su procesamiento, así como para aumentar los rendimientos en su proceso.

### **2.2.3 Tipos de congelación**

#### **2.2.3.1. IQF.**

La congelación rápida individualizada, también conocida como IQF (Individual Quick Freezing), se refiere a una técnica eficiente y efectiva para preservar la calidad y frescura del producto durante el almacenamiento y transporte (Álava y González, 2009)

KrustaGrup (2021), indica que, a través de una cinta transportadora con una ráfaga de aire frío, el camarón se congela de manera rápida e inmediata de adentro hacia afuera. Este proceso asegura que los cristales de hielo formados dentro de los tejidos sean microscópicos, previniendo daños en las paredes celulares. Es una de las más utilizadas dentro del sector camaronero debido a que congela el producto en porciones evitando que se tenga que descongelar todo para su consumo.

#### **2.2.3.2. Semi IQF.**

La congelación semi IQF es un proceso de congelación parcial en el que los camarones pueden tener un leve contacto entre sí o agruparse ligeramente debido a la humedad residual o la suavidad del producto (EXPALSA, 2019).

Este método presenta beneficios como una porción más sencilla en comparación con la congelación en bloque y cierta flexibilidad en el manejo. Además, permite un mayor control sobre el proceso de congelación y una calidad superior del producto final (Global Seafood Allisnse, 2016).

#### **2.2.3.3. BRINE / CIR.**

El sistema de congelación que utiliza CIR (Congelación Individual Rápida) y salmuera (agua salada) es un método eficaz para preservar las propiedades del camarón. Implica un proceso lineal en el que el producto, ya sea en bandejas o bolsas, se sumerge en agua salada congelada para reducir la temperatura, se seca y luego se congela en el mismo equipo (Sea Grant, 2019).

Los camarones congelados en salmuera no tienen una capa protectora de hielo y son utilizados principalmente por empresas de cocina que cocinarán los camarones antes de comercializarlos. Aunque este sistema preserva mejor las propiedades del camarón, no se recomienda para productos que se venderán en supermercados, tiendas o canales de distribución que requieran un manejo, transporte y tiempo extensos. Sin una capa protectora de hielo, no hay una protección a largo plazo para este tipo de manipulación, y el método de congelación CIR aumenta el costo.

#### **2.2.3.4. Congelación en placa.**

La congelación en placa es un método extremadamente eficiente y rápido para congelar mariscos y otros alimentos altamente perecederos que requieren cuidado especial para preservar su calidad y frescura, especialmente y como menciona NovaTeam (2022) para productos del mar.

Powertech (2021), explica que este método de congelación se basa en la disposición de los productos en placas gigantes y planas que se enfrián a temperaturas extremadamente bajas, lo que permite un contacto directo con la superficie fría y, en consecuencia, una congelación acelerada sin la necesidad de utilizar líquidos adicionales. En la industria del marisco, este enfoque es altamente preferido debido a su capacidad para congelar los productos de manera inmediata

mientras se mantiene su textura y sabor intacto, lo que garantiza la satisfacción del consumidor y la preservación de la calidad.

#### **2.2.3.5. Glaze.**

El proceso de glaseado de alimentos congelados implica sumergirlos en agua fría o aplicar una capa delgada de hielo, y tiene como objetivo principal preservar las propiedades organolépticas del producto, como su textura, sabor, color y olor, así como prevenir la deshidratación y oxidación durante la congelación y el almacenamiento (Bouzas, 2021) .

Además de esto, y como explica Moreira (2020), el glaseado también contribuye a mantener la temperatura del producto durante su empaquetado, almacenamiento y transporte, lo que resulta en una mayor durabilidad. Al crear un revestimiento protector, el glaseado ayuda a conservar la calidad del camarón y asegura un mejor control de la temperatura a lo largo de la cadena de distribución, hasta llegar al punto de venta. Esto también incluye la evaluación posterior al proceso de hidratación, el cual se lo efectúa por parámetros tecnológicos midiendo capacidad de retención de agua, pardeamiento, color y textura por método instrumental.

### **2.3 Marco Legal**

Para el desarrollo de este proyecto y tomando en cuenta los aditivos a utilizar, las referencias legales se ocupó el Codex Alimentarius y su Norma General para el uso de aditivos alimentarios (Organización Mundial de la Salud [OMS], 1995). Se utilizó como referencia el principal componente de Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D. Es importante mencionar que los aditivos permitidos, sus límites y condiciones de uso específicos para el camarón o cualquier otro alimento pueden variar según la región, y es responsabilidad de los productores y procesadores de alimentos cumplir con las regulaciones locales e internacionales vigente.

**Tabla 1.****Dosis máximas a utilizar para camarón congelado.**

Aditivo	Donde se encuentra	Límite máximo (IDA)
Citrato Trisódico	Altesa Neo S700 ABC2D	BPF*
Fosfato Sódico	Carnal 659S	2200 mg / kg

**Nota:** Las BPF consideran que el límite máximo de consumo del citrato trisódico no debe de superar la relación 2:100 es decir el 2 %.

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud (1995).

De igual manera se tomará en consideración la Norma INEN NTE 456 (2015) donde se referencia que para la correcta congelación de camarones se debe ocupar una temperatura de entre – 10 y – 20 °C, además de que los camarones a utilizarse deben de tener una textura firme y no presentar defectos físicos visibles (flacidez, cabeza roja, melanosis, necrosis), no se aceptarán más de 5 unidades defectuosas por cada 100 piezas, de lo contrario el lote será descartado para su uso. Además, en la norma se incluye que los camarones enteros, descabezados, pelados y limpios deben cumplir con los requisitos con relación, al tamaño y el número de langostino siendo estos extra grande, grande, mediano, pequeño, incluyendo asimismo el pH. (Anexo 3).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que se sustenta principalmente en la recolección y análisis de datos numéricos derivados de pruebas experimentales y de laboratorio. Se emplearon técnicas estadísticas para establecer relaciones entre las variables independientes (tipo y concentración de aditivos) y las variables dependientes (hidratación, textura, pérdidas por congelación y cocción, y parámetros de color).

No obstante, el estudio presenta también un matiz mixto, en tanto complementa la parte experimental con un análisis documental que sustenta el marco teórico y metodológico. Por tal motivo, el uso de artículos científicos, revistas y fuentes académicas aportaron fundamentos cualitativos que permitieron comprender de manera más amplia los efectos de los aditivos en la industria camaronera.

##### 3.1.1 *Tipo y alcance de la investigación*

El proyecto de investigación se fundamentó en un estudio documental que utilizó diversos artículos científicos, revistas y recursos académicos relacionados con el tema en cuestión. Estos recursos contribuyeron tanto al desarrollo teórico del proyecto como al desarrollo práctico, al aportar conocimientos y técnicas explicativas fundamentadas.

Además, la investigación se enfocó en parte de forma experimental, ya que involucra la aplicación de tres diferentes aditivos con el objetivo de obtener un resultado que presente las mejores características en camarón blanco hidratado. Estas características serán verificadas mediante diferentes análisis de laboratorio.

##### 3.1.2 *Diseño de investigación*

La investigación se basó en un diseño experimental que busca vincular variables del uso de aditivos y su influencia dentro del proceso de congelación para obtener resultados y conclusiones que den respuesta a la hipótesis planteada. Considerando esto, se llevó a cabo tres tratamientos con aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D), en los cuales las diferencias principales se centraron en el porcentaje de hidratación que proporcionan, con el objetivo de determinar si el uso de cada aditivo tuvo un impacto significativo en el porcentaje

de hidratación, así como en los parámetros de textura, pérdidas por congelación y cocción, y por último colorimetría.

### 3.2 Metodología

#### 3.2.1 Variables

##### 3.2.1.1. Variable independiente.

- Factor A: Tipo de Aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700, Altesa ABC2D).
- Factor B: Concentración de Aditivos (2 %, 3 %).

##### 3.2.1.2. Variable dependiente.

- Tipo de aditivo
- Textura del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).
- Pérdida por congelación.
- Pérdida por cocción.
- Colorimetría.

#### 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2.

Matriz de operacionalización concerniente a variables dependientes.

##### Variable dependiente

Variables	Tipo	Nivel	Descripción
		medida	
Determinar el aditivo que brinde un mayor porcentaje de hidratación.	Cuantitativo	Continua	Métodos instrumentales
Textura del camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).	Cuantitativo	Continua	Analizador de perfil de textura Brookfield CT3.
Pérdida por congelación.	Cuantitativo	Continua	Métodos instrumentales
Pérdida por cocción.	Cuantitativo	Continua	Métodos instrumentales
Ánálisis de colorimetría	Cuantitativo	Continua	Escala CIELAB

Elaborado por: El Autor, 2025.

**Tabla 3.****Matriz de operacionalización concerniente a variables independientes.**

Variable dependiente			
Variables	Tipo	Nivel medida	Descripción
Aditivos	Cualitativo	Nominal	- Carnal 659S - Altesa Neo S700 - Altesa ABC2D
Concentración de aditivos	Cualitativo	Continua	- 2% - 3%

**Elaborado por: El Autor, 2025.**

### 3.2.3 Tratamientos

Con el objetivo de conseguir una correcta formulación y las medidas adecuadas de los tratamientos con aditivos, se realizó una investigación previa sobre toda la información disponible y relacionada sobre el tema en cuestión (revistas científicas, normas, tesis y libros), en este caso los aditivos: Carnal 659S, Altesa Neo S700, Altesa ABC2D. Los cuales se encuentran debidamente detallados con sus debidos porcentajes en la tabla 2 y tabla 3.

**Tabla 4.****Tratamientos para hidratación de los camarones al 2% de aditivos.**

Ingredientes	CARNAL 659S		ALTESA NEO S700		ALTESA ABC2D	
	g	%	g	%	g	%
Agua	3000	29,48	3000	29,48	3000	29,48
Sal	75	0,74	75	0,74	75	0,74
hielo	2000	19.65	2000	19.65	2000	19.65
camarón	5000	49.15	5000	49.15	5000	49.15
Aditivo	100	0.98	100	0.98	100	0.98
Total	10175	100	10175	100	10175	100

**Formulación y tratamientos en el manejo de concentración al 2% de aditivos utilizados para la hidratación del camarón.****Elaborado por: El Autor, 2025.**

**Tabla 5.**  
**Tratamientos para hidratación de los camarones al 3 % de aditivos.**

Ingredientes	CARNAL 659S		ALTESA NEO S700		ALTESA ABC2D	
	G	%	g	%	g	%
Agua	3000	29.34	3000	29.34	3000	29.34
Sal	75	0.73	75	0.73	75	0.73
hielo	2000	19.56	2000	19.56	2000	19.56
camarón	5000	48.90	5000	48.90	5000	48.90
Aditivo	150	1.47	150	1.47	150	1.47
Total	10225	100	10175	100	10175	100

**Formulación y tratamientos en el manejo de concentración al 3 % de aditivos utilizados para la hidratación del camarón.**  
**Elaborado por: El Autor, 2025.**

### **3.2.4 Diseño experimental**

En cuanto al estudio investigativo se estudiaron 3 tratamientos con los aditivos en dos concentraciones diferentes más comerciales en la actualidad, a los que posterior a su uso en camarones, estos fueron debidamente pesados con el objetivo de determinar el porcentaje de hidratación que lograron obtener con cada uno de los aditivos, y de la misma forma se evaluó la influencia de los aditivos por medio de métodos tecnológicos e instrumentales que determinaron textura, pérdida por congelación, pérdida por cocción y colorimetría. Con respecto, al tema de estudio se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cinco repeticiones.

### **3.2.5 Recolección de datos**

#### **3.2.5.1. Recursos.**

##### **3.2.5.1.1 Recursos bibliográficos.**

- Revistas científicas
- Libros en línea
- Repositorio de la Universidad Agraria del Ecuador
- Tesis de grado

##### **3.2.5.1.2 Aditivos.**

- Carnal 659S.

- Altesa Neo S700.
- Altesa ABC2D.

#### **3.2.5.1.3 Complementos.**

- Agua
- Hielo
- Sal

#### **3.2.5.1.4 Materia prima.**

- Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

#### **3.2.5.1.5 Equipos para elaboración.**

- Balanza
- Envases plásticos
- Tinas
- Envases de vidrio
- Frigorífico

#### **3.2.5.2. Métodos y técnicas.**

##### **3.2.5.2.1. Proceso de preparación de aditivos comerciales.**

**Descripción del proceso de aditivos comerciales para hidratación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).**

**Pesaje del agua:** El contenido de agua para la preparación de los aditivos debe ser de 3000 g, según requerimiento del aditivo en uso.

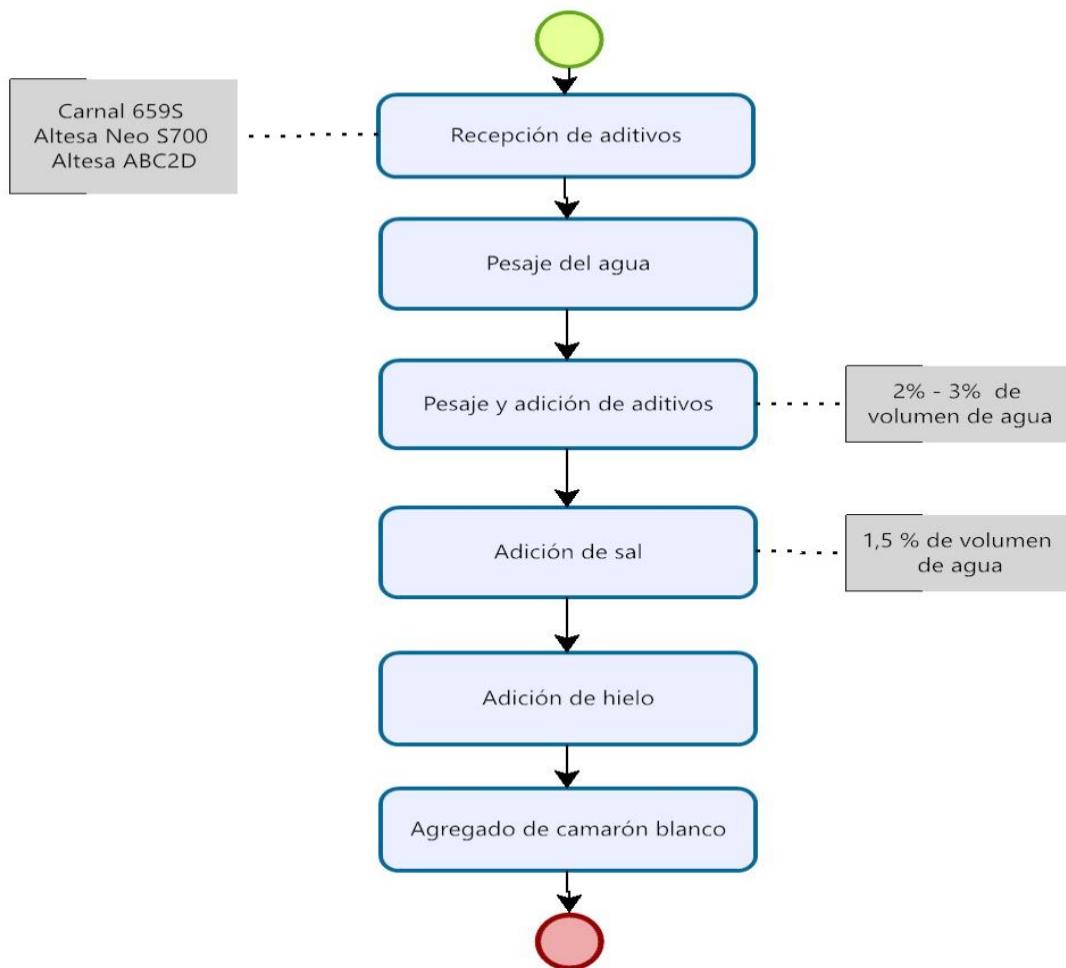
**Pesaje y adición de aditivos:** Para el proceso de pesado se estimó que debe encontrarse alrededor del 2 % del volumen de agua y hielo de cada aditivo comercial indicado. (Anexo 4).

**Adición de sal:** Para la realización del cálculo de la cantidad de sal a utilizar, se consideró una relación de 1,5 % del volumen de agua total más el hielo.

**Adición de hielo:** Se agregó una cantidad total de 2000 g.

**Agregado de camarón:** En esta última etapa, se ocupó un total de 5000 g de camarón correspondientes a una misma talla.

**Figura 1.**  
**Proceso para preparación de aditivos comerciales.**



Elaborado por: El Autor, 2025.

### 3.2.5.2.2. Proceso de hidratación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

**Descripción de proceso de hidratación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con aditivos comerciales**

**Recepción de materia prima:** Para el ingreso de los camarones se consideró alcanzar una temperatura óptima de 5 °C procurando mantener una cadena de frío evitando la deshidratación (Anexo 5).

**Descabezado:** Con los implementos adecuados se separó elcefalotórax sujetando las patas fijadas a la coraza y tirar hacia los lados.

**Pelado y corte:** Se retiró el exoesqueleto, urópodos y telson con ayuda de los pulgares abriendo a lo largo de la parte inferior, siendo esta una zona suave de fácil manipulación.

**Pesado y lavado:** Para cada tratamiento se utilizó alrededor de 5000 g, posteriormente para el lavado se empleará una solución de agua clorinada.

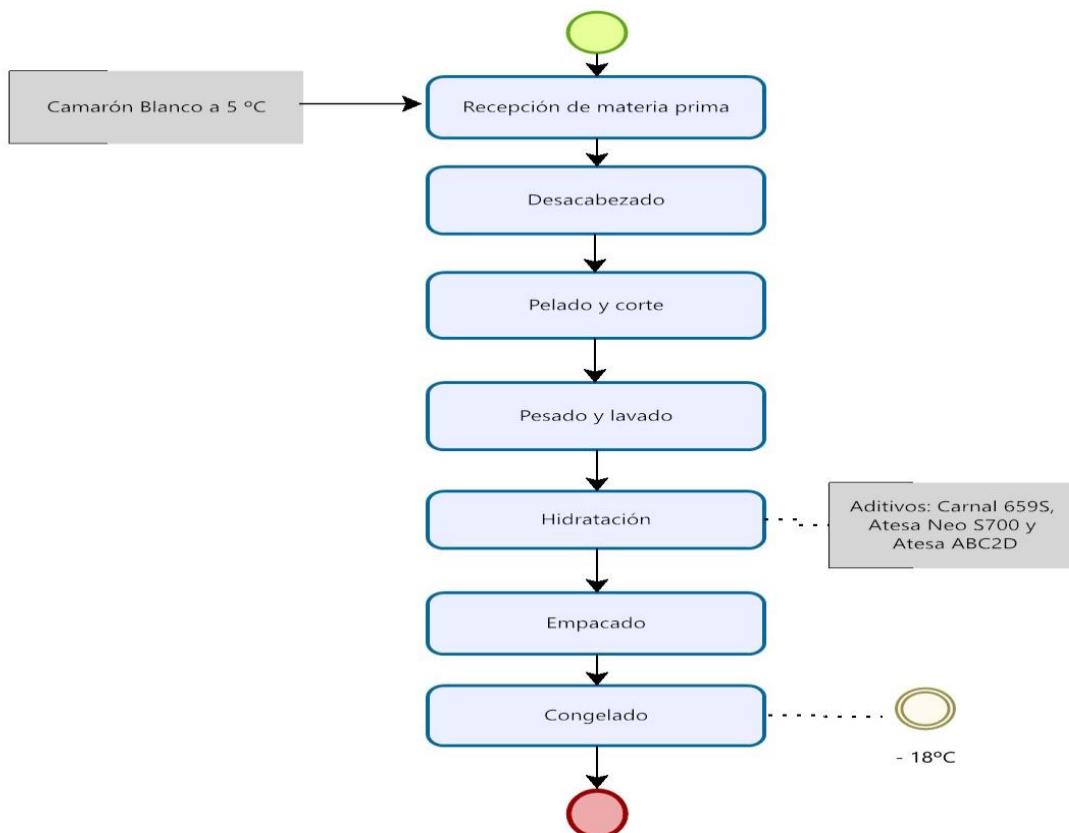
**Hidratación:** Previamente preparados las soluciones (2 % y 3 %) con los aditivos comerciales de acuerdo a indicaciones de la ficha técnica, se procedió a la aplicación del mismo en los camarones situados en recipientes. (Anexo 6, 7 y 8).

**Empacado:** Se empacó el producto en bolsas plásticas. (Anexo 9).

**Congelado:** El producto empacado se llevó a congelación a una temperatura de -18 °C, por ello se utilizó un equipo de congelación IQF. (Anexo 10 y 11).

**Figura 2.**

**Proceso de hidratación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con los aditivos comerciales.**



Elaborado por: El Autor, 2025.

### 3.2.5.2.3. Determinación de porcentaje de hidratación.

Para evaluar la eficacia de diferentes aditivos químicos en el proceso de hidratación del camarón *Penaeus vannamei*, se llevó a cabo un procedimiento sistemático acorde a lo establecido por Montero (2020) que indica en su estudio la determinación del porcentaje de hidratación logrado por cada tratamiento. A continuación, se describen los procedimientos:

- Se utilizó camarón *Penaeus vannamei* en presentación PYD TAIL OFF.
- Los especímenes fueron previamente descongelados para garantizar condiciones homogéneas al inicio del experimento.
- Los aditivos seleccionados para el estudio fueron aplicados en dos concentraciones diferentes, denominadas (2%) y (3%), siguiendo las especificaciones del fabricante.
- El proceso de hidratación se efectuó mediante ósmosis directa.
- Con relación a las mediciones de peso se consideró el Peso inicial (Pi), en el cual se registró el peso del camarón antes de ser sometido al tratamiento de hidratación. Mientras que, Peso final (of): Se registró el peso del producto una vez hidratado, congelado y empacado, simulando su condición final de comercialización.

$$\text{Porcentaje de Hidratación (\%)} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} \times 100$$

- Esta fórmula calcula la ganancia relativa de peso del camarón debido a la absorción de agua durante el proceso de hidratación. La diferencia entre el peso final y el inicial se divide entre el peso inicial para obtener la proporción de aumento respecto al peso original, y se multiplica por 100 para expresarlo en porcentaje.

### 3.2.5.2.4. Determinación para textura del camarón.

Para el presente análisis se llevó a cabo los siguientes procedimientos acorde a lo especificado por Su et al. (2016):

- Una vez listos los camarones en el laboratorio posthidratación, se tomaron muestras individuales cuyo peso estimado se encontraban entre 14 g a 18 g.
- Luego, una vez obtenidas las muestras se equilibraron a temperatura ambiente previo a análisis.

- Para el análisis del perfil de textura (TPA), el segundo segmento de camarón se cortó en una sección con una longitud de aproximadamente 1,5 cm.
- Se utilizó el analizador de textura TA. XTPlus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) equipado con una sonda cilíndrica P/25 de 25 mm de diámetro.
- Las muestras se comprimieron dos veces hasta el 70% de su altura original.

### **3.2.5.2.5. Determinación de pérdida por descongelación.**

Sun et al. (2022) las muestras congeladas se pesaron inmediatamente antes de descongelarlas ( $W_0$ ). Luego, las muestras congeladas se descongelaron hasta una temperatura del centro geométrico de 4 °C y se secaron con papel de filtro, luego se pesaron ( $W_1$ ) inmediatamente. La pérdida por descongelación se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Pérdida por descongelación (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

### **3.2.5.2.6. Determinación de pérdida por cocción.**

La muestra descongelada se pesó ( $W_1$ ) y se calentó en un baño de agua a 85 °C hasta que la temperatura central de las muestras de camarón alcanzó los 75 °C (Anexo 12 al 15). La muestra cocida se secó inmediatamente con papel de filtro y se pesó ( $W_2$ ). La pérdida por cocción se calculó utilizando:

$$\text{Pérdida por cocción (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

### **3.2.5.2.7. Determinación de color.**

La medición de color se la realizó de acuerdo al método establecido por Parisenti et al. (2011) que se indica a continuación:

- Se obtuvo una muestra de 18 camarones pelados y se mantuvieron en hielo para su posterior evaluación inmediata del color.
- Se empleó un colorímetro Minolta Chromo Meter CR 400 (Osaka, Japón) calibrado en una placa de referencia blanca antes de su uso.
- Las mediciones se tomaron del lado izquierdo del camarón en tres partes a lo largo del cuerpo del camarón (más cerca de la cabeza; sección media; cerca de la cola) y se realizaron en el espacio colorimétrico L \*

(claridad), a \* (enrojecimiento), b \* (amarillento) (sistema CIELab), a 25 ± 1 °C. (Anexo 16).

### 3.2.6 Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos descritos en base tres aditivos comerciales (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D) con tres repeticiones, con relación a la comparación se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0.05. A continuación, se describe el esquema de varianza en la Tabla 6.

**Tabla 6.**

**Análisis de varianza.**

Fuentes de variación	Grados de libertad
Factor A (Tipo de Aditivos)	A-1 (3-1) = 2
Factor B (Concentración de Aditivos)	B-1 (2-1) = 1
AxB	(A-1) (B-1) (3 – 1) (2 – 1) = 2
Residual	AB(r-1) (3x2(3-1)) = 12
Total	ABr-1 (3x2x3-1) = 17

**Elaborado por: El Autor, 2025.**

#### **Hipótesis Factor A (Tipo de Aditivos)**

H0: El porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) no presenta diferencias significativas entre los aditivos aplicados (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y ABC2D).

H1: El porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) presenta diferencias significativas según el aditivo aplicado (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y ABC2D).

#### **Hipótesis Factor B (Concentración de Aditivos)**

H0: El porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) no presenta diferencias significativas entre las concentraciones de aditivo aplicadas (2 % y 3 %).

H1: El porcentaje de hidratación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) presenta diferencias significativas según la concentración del aditivo aplicado (2 % o 3 %).

## 4. RESULTADOS

**4.1 Determinación el porcentaje de hidratación y eficacia del proceso post-hidratación de camarones con la aplicación de los aditivos (Carnal 659S, Altesa Neo S700 y Altesa ABC2D) por medio de peso (pieza/libra).**

### 4.1.1 Porcentaje de hidratación

La evaluación del porcentaje de hidratación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) se efectuó de manera instrumental, sus resultados (Anexo 17) fueron analizados a nivel estadístico con ANOVA entre los tratamientos aplicando la prueba de Duncan, Tabla 7.

**Tabla 7.**  
**Porcentaje de hidratación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) (interacción AxB).**

Aditivo (Factor A)	Concentración (Factor B)	Hidratación (%)	Test
			Duncan (interacción AxB)
CARNAL 659S	2 %	12,12 ± 2,38	c
Altesa Neo S700		8,83 ± 0,55	bc
Altesa ABC2D		12,09 ± 0,09	b
CARNAL 659S	3 %	10,86 ± 1,35	bc
Altesa Neo S700		11,24 ± 0,61	b
Altesa ABC2D		11,48 ± 1,38	bc
Control	0 %	4,72 ± 0,50	a

**Nota: Las medias con diferentes letras (a, b, c, d, e) dentro de la misma columna son significativamente diferentes según prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).**  
**Elaborado por: El Autor, 2025.**

De acuerdo a la Tabla 7, el análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el porcentaje de hidratación del camarón blanco, a la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan (Anexo 18), lo cual permitió identificar que el tratamiento con Carnal 659S (2 %) registró el valor más alto ( $12,12 \pm 2,38 \%$ ), seguido de Altesa ABC2D (2 %) con  $12,09 \pm 0,09$ , mientras que el control alcanzó un valor de  $4,72 \pm 0,50 \%$ .

También, se observó que la concentración del aditivo no generó una relación directa en el aumento del porcentaje de hidratación, ya que en algunos casos como el tratamiento al 2 % obtuvo valores superiores al 3 %, como ocurrió con Carnal 659S (12,12 % vs. 10,86 %) y Altesa ABC2D (12,09 % vs. 11,48 %). Esta

variabilidad sugiere que el efecto hidratante no depende únicamente de la concentración, sino también de la interacción entre los compuestos activos del aditivo y la estructura proteica del camarón.

En términos estadísticos, las diferencias entre letras de la prueba de Duncan respaldan el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el factor A (tipo de aditivo) y el factor B (concentración).

#### **4.2 Evaluación por métodos instrumentales el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) post-hidratado los parámetros de pérdida de descongelación, pérdida por cocción y la textura de con un analizador de perfil de textura Brookfield CT3.**

En el presente estudio, se determinó el porcentaje de pérdida por descongelación en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) sometido a tres tratamientos de hidratación en dos concentraciones, comparándolos con un control sin aditivos, con el fin de identificar posibles efectos en la retención de agua tras el almacenamiento, congelación, descongelación, cocción y evaluación de parámetros de textura.

##### **4.2.1 Pérdida por descongelación**

Los resultados obtenidos (Anexo 17) al evaluar la pérdida por descongelación de los camarones sometidos a distintos aditivos y concentraciones, se detallan en la Tabla 8:

**Tabla 8.**

**Porcentaje de pérdida por descongelación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) (interacción AxB).**

Aditivo (Factor A)	Concentración (Factor B)	Pérdida por descongelación (%)	Test	
			± DE	Duncan (interacción Ax B)
CARNAL 659S	2 %	8,29 ± 3,90		a
Altesa Neo S700		9,09 ± 3,18		a
Altesa ABC2D		7,75 ± 1,91		a
CARNAL 659S	3 %	7,82 ± 2,61		a
Altesa Neo S700		7,11 ± 1,70		a
Altesa ABC2D		9,54 ± 3,64		a
Control	0 %	12,44 ± 0,92		a

**Nota: Las medias con diferentes letras (a, b, c, d, e) dentro de la misma columna son significativamente diferentes según prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).**

Elaborado por: El Autor, 2025.

El ANOVA aplicado para este parámetro indicó (Anexo 19) que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos evaluados, ya que todos los valores se clasificaron en el mismo grupo estadístico "a" según la prueba de Duncan. Se mostró que el control ( $12,44 \pm 0,92 \%$ ) presentó la mayor pérdida mientras que el Altesa Neo S700 al 3 % ( $7,11 \pm 1,70 \%$ ) alcanzó el valor más bajo.

Sin embargo, la magnitud de la variación no fue suficiente para evidenciar un efecto significativo atribuible al tipo o concentración de aditivo. La ausencia de diferencias estadísticas sugiere que, durante el proceso de descongelación, las pérdidas de agua se deben principalmente a la ruptura de estructuras musculares por la formación de cristales de hielo.

En este contexto, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), por otra parte, desde el punto de vista tecnológico, esto indica que, aunque los aditivos mejoran la hidratación, su efecto sobre la reducción de exudado por descongelación es limitado.

#### 4.2.2 Pérdida por cocción

La pérdida por cocción mostró diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan (Anexo 17), lo que se refleja en las distintas letras asignadas (a, ab, bc, c) son significativas entre ambas concentraciones (2 % y 3 %) como se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 8.**

**Porcentaje de pérdida por cocción camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) (interacción AxB).**

Aditivo (Factor A)	Concentración (Factor B)	Pérdida por cocción (%) ± DE	Test	
			Duncan (interacción Ax B)	
CARNAL 659S	2 %	17,78 ± 0,34		abc
Altesa Neo S700		19,12 ± 2,89		ab
Altesa ABC2D		12,69 ± 1,79		bc
CARNAL 659S	3 %	16,15 ± 3,16		bc
Altesa Neo S700		19,65 ± 3,03		ab
Altesa ABC2D		7,48 ± 1,92		a
Control	0 %	27,42 ± 8,09		c

**Nota: Las medias con diferentes letras (a, b, c, d, e) dentro de la misma columna son significativamente diferentes según prueba de Duncan ( $p <0,05$ ).**  
**Elaborado por: El Autor, 2025.**

En la Tabla 8, de acuerdo con datos obtenidos del Anexo 20 la prueba de Duncan clasificó al control con la mayor pérdida ( $27,42 \pm 8,09 \%$ ) en el grupo “c”, mientras que Altesa ABC2D al 3 % presentó la menor pérdida ( $7,48 \pm 1,92 \%$ ) en el grupo “a”. Este resultado evidencia que la aplicación de aditivos contribuye de forma significativa a la retención de agua durante el tratamiento térmico.

Se observó que, en algunos casos, la concentración del 2 % presentó pérdidas similares o mayores que la del 3 %, lo que sugiere que el comportamiento no sigue una tendencia lineal y que la eficacia del aditivo está condicionada por su composición química y su interacción con las proteínas miofibrilares. Con base en estos hallazgos, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) para el factor A, confirmando que el tipo de aditivo influye significativamente en la reducción de pérdidas por cocción.

En el estudio de textura los resultados de cada una de las muestras respectivas fueron sometidas a mediciones instrumentales con un analizador de perfil de textura Brookfield CT3 con especificaciones de celda de carga de 10000 g, velocidad de 2,00 mm/s, sonda TA17, objetivo de 5,0 mm y carga de activación de 0,7N, para cada una de las determinaciones de dureza, fracturabilidad, carga a la primera fractura y resiliencia (Anexo 21). Los resultados se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.**  
**Resultados de análisis de textura en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) (interacción AxB).**

Interacción Ax <b>B</b>		Dureza (N)	Fracturabilidad (N)	Caída Carga 1 <sup>a</sup> fractura (N)	Resiliencia
CARNAL 659S	2 %	$275,26 \pm 1,18$ cd	$563,79 \pm 0,24$ b	$150,40 \pm 0,58$ ab	$0,061 \pm 0,006$ b
NEO S700	2 %	$290,04 \pm 5,58$ e	$584,19 \pm 12,89$ c	$165,02 \pm 0,62$ c	$0,012 \pm 0,003$ a
Altesa ABC2D	2 %	$265,87 \pm 0,60$ b	$564,27 \pm 1,10$ b	$149,25 \pm 1,53$ a	$0,071 \pm 0,001$ cd
CARNAL 659S	3 %	$283,01 \pm 0,251$ de	$565,55 \pm 0,63$ b	$156,34 \pm 3,68$ b	$0,071 \pm 0,002$ d
NEO S700	3 %	$288,72 \pm 5,02$ e	$575,10 \pm 1,10$ bc	$166,03 \pm 3,92$ c	$0,014 \pm 0,004$ a
Altesa ABC2D	3 %	$269,49 \pm 1,01$ bc	$565,24 \pm 6,73$ b	$146,03 \pm 0,84$ a	$0,062 \pm 0,003$ bc
Control	0 %	$499,27 \pm 1,47$ a	$499,27 \pm 1,46$ a	$177,82 \pm 2,536$ d	$0,013 \pm 0,001$ a

**Nota: Las medias con diferentes letras (a, b, c, d, e) dentro de la misma columna son significativamente diferentes según prueba de Duncan ( $p <0,05$ ).**  
**Elaborado por: El Autor, 2025.**

En la Tabla 9 se recabaron los datos estadísticos de parámetros de textura, con relación a la dureza (Anexo 22), el tratamiento control ( $499,27 \pm 1,47$  N) presentó un valor significativamente mayor ( $p<0,05$ ) que todos los tratamientos con aditivos, los cuales se ubicaron en grupos con letras *b*, *c* o *d*. Los tratamientos Carnal 659S 2 % ( $275,26 \pm 1,18$  N) y NEO S700 3 % ( $288,72 \pm 5,02$  N) se encuentran en grupos distintos del control (*a*), lo que evidencia una reducción estadísticamente significativa de la dureza por efecto de la hidratación.

En fracturabilidad, la muestra Altesa Neo S700 2 % ( $584,19 \pm 12,89$  N) se encuentra en un grupo distinto al control ( $499,27 \pm 1,46$  N), reflejando una diferencia estadísticamente significativa que indica mayor cohesión antes de la fractura. Mientras, los tratamientos Carnal 659S3% ( $565,55 \pm 0,63$ ) y Altesa ABC2D 3 % ( $565,24 \pm 8,73$  N) comparten letras *b* y *c*, lo que significa que no difieren significativamente entre sí ni con el grupo *c*, pero sí respecto al control (*a*) (Anexo 23).

En la carga a la primera fractura, el control ( $177,82 \pm 2,53$  N) presentó el valor más alto, estadísticamente distinto de Altesa ABC2D 2 % ( $149,25 \pm 1,53$  N) y Carnal 659S 2 % ( $150,40 \pm 0,58$  N). El uso de letras combinadas como *ab* refleja que este tratamiento no difiere del grupo *a*, pero sí comparte características con tratamientos del grupo *b*. Respecto a, el análisis de resiliencia, Altesa ABC2D 2% ( $0,071 \pm 0,001$ ) y Carnal 659S 3 % ( $0,071 \pm 0,002$ ) se ubican en un grupo con valores altos, mientras que NEO S700 2 % ( $0,012 \pm 0,003$ ) pertenece a un grupo claramente diferenciado con menor capacidad de recuperación elástica (Anexo 24)

La resiliencia, que mide la capacidad de recuperar energía tras la deformación, fue mayor en CARNAL 659S y Altesa ABC2D al 2 % (0,061–0,071), y menor en Altesa Neo S700 (0,012–0,014), lo cual indica que este último aditivo, pese a mejorar la cohesión, podría reducir la elasticidad del tejido (Anexo 25).

#### **4.3 Análisis del parámetro de color del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) hidratado por medio de la técnica de colorimetría por escala CIELAB.**

El análisis del parámetro de color en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) hidratado se realizó mediante la técnica de colorimetría empleando la escala CIELAB, la cual permite describir objetivamente las variaciones cromáticas a través de los valores *L*\* (luminosidad), *a*\* (componente rojo–verde) y *b*\*

(componente amarillo–azul). A partir de estos parámetros se calculó la diferencia de color total ( $\Delta E$ ) (Anexo 26) indicador que cuantifica el cambio perceptible en el color respecto a un patrón de referencia.

**Tabla 10.**

**Resultados de análisis de colorimetría por escala CIELAB considerando valores de diferencia de color total ( $\Delta E$ ) en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) (interacción AxB).**

Interacción AxB	Valores de diferencia de color ( $\Delta E$ )				
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12
CARNAL 659S 2%	0,38 ± 0,30 a	0,23 ± 0,06 a	0,31 ± 0,23 a	0,71 ± 0,48 a	0,25 ± 0,17 a
NEO S700 2%	0,32 ± 0,24 a	0,25 ± 0,03 a	0,42 ± 0,14 a	0,91 ± 0,71 a	0,26 ± 0,04 a
Altesa ABC2D 2%	0,31 ± 0,27 a	0,32 ± 0,12 a	0,25 ± 0,22 a	0,34 ± 0,09 a	0,47 ± 0,39 a
CARNAL 659S 3%	0,17 ± 0,07 a	0,38 ± 0,08 a	0,30 ± 0,22 a	0,61 ± 0,49 a	0,28 ± 0,22 a
NEO S700 3%	0,34 ± 0,22 a	0,26 ± 0,03 a	0,37 ± 0,08 a	0,24 ± 0,10 a	0,24 ± 0,13 a
Altesa ABC2D 3%	0,22 ± 0,27 a	0,36 ± 0,23 a	0,64 ± 0,80 a	0,33 ± 0,11 a	0,32 ± 0,11 a
Control 0%	0,27 ± 2,30 a	0,24 ± 0,18 a	0,22 ± 0,185 a	0,24 ± 0,12 a	0,20 ± 0,10 a

**Nota: Las medias con diferentes letras (a, b, c, d, e) dentro de la misma columna son significativamente diferentes según prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).**

**Elaborado por: El Autor, 2025.**

La Tabla 10 en base a los datos del Anexo 27 al 31, indica que los resultados del análisis de colorimetría calculados en base a las diferencias de color total ( $\Delta E$ ). El día 0 todos los tratamientos revelaron que no hubo diferencias significativas en el color inicial. A partir del día 3 y hasta el día 9, se observaron aumentos en  $\Delta E$  en todos los tratamientos, aunque la asignación de la misma letra “a” denominado según el test de Duncan en cada punto de muestreo establece que las diferencias numéricas no fueron estadísticamente significativas entre ellos. Por ejemplo, en el día 9 de estudio, Altesa Neo S700 2 % alcanzó  $0,91 \pm 0,71$  (a), mientras que Altesa ABC2D 3 % registró  $0,33 \pm 0,11$  (a); a pesar de la diferencia en magnitud, la coincidencia de letras refleja que la variabilidad y las desviaciones estándar no permitieron establecer diferencias significativas a  $p < 0,05$ .

En el día 12, la mayoría de valores descendieron confirmando que, aunque existieron fluctuaciones a lo largo del almacenamiento, no fueron lo suficientemente consistentes para separar estadísticamente los tratamientos en grupos diferentes. Por lo tanto, aunque se identifican tendencias de mayor variación cromática en

Altesa Neo S700 y Carnal 659S al 2 %, el análisis de Duncan muestra que dichas diferencias no alcanzan significancia estadística en el tiempo evaluado.

## 5. DISCUSIÓN

Con relación al primer objetivo, se identificó que el aditivo Carnal 659S al 2 % alcanzó el mayor valor de hidratación promedio ( $12,12 \% \pm 2,38 \%$ ), mientras que el Altesa Neo S700 al 2 % presentó el nivel más bajo ( $8,83 \% \pm 0,55 \%$ ), lo cual confirma diferencias significativas en la eficacia de ambos compuestos. Esta tendencia coincide con lo señalado por Montero (2020), quien reportó porcentajes igualmente reducidos (9,8 % y 9,6 %) para el equivalente de Altesa Neo S700 (Novogigas LC), sugiriendo su limitada capacidad de retención de agua. A su vez, se relaciona con lo descrito por Goncalvez y Duarte (2009), quienes demostraron que el uso de tripolifosfato de sodio favorece la absorción de agua y mejora el rendimiento en camarón. De este modo, los hallazgos del presente estudio reafirman que el desempeño de los aditivos depende directamente tanto de su formulación química como de la concentración utilizada, por lo que resulta indispensable ajustar las dosis para maximizar la calidad del producto final.

Respecto a la pérdida por descongelación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), los valores oscilaron entre 7,11 % y 9,54 %, sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. No obstante, el Altesa Neo S700 al 3 % registró la menor pérdida ( $7,11 \pm 1,70 \%$ ), mientras que el Altesa ABC2D al 3 % presentó la mayor ( $9,54 \pm 3,64 \%$ ), lo que sugiere diferencias en la estabilidad de la retención hídrica entre aditivos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Damasceno y Goncalves (2018), quienes documentaron pérdidas inferiores al 10 % en camarones tratados con STPP al 3 % ( $7,75 \pm 0,01 \%$ ), atribuyendo este efecto a una mayor capacidad de retención de agua en el músculo. De manera complementaria, lo observado concuerda con lo descrito por Sringarm et al. (2022), quienes destacan el papel de los fosfatos y polifosfatos en la reducción de pérdidas de agua en productos de exportación, particularmente en países productores como Ecuador, India o Vietnam.

En cuanto a la pérdida por cocción, se observaron diferencias significativas en Altesa ABC2D al 3 %, el cual presentó la menor pérdida ( $7,48 \pm 1,92 \%$ ), seguida de la misma fórmula al 2 % ( $12,68 \pm 1,79 \%$ ), indicando una alta capacidad para retener agua durante la cocción. Este comportamiento coincide con lo señalado por Zhang et al. (2019), quienes destacan que los aditivos con componentes fosfatados (elementos que tienen los aditivos en análisis) pueden mejorar la retención de agua en productos acuícolas durante la cocción al estabilizar las proteínas miofibrilares. En contraste, Altesa Neo S700 mostró las pérdidas más altas (19,12–19,65 %), y Carnal 659S se ubicó en un rango intermedio (16,15–17,78 %). Estos resultados evidencian que la elección del aditivo y su concentración influyen directamente en la retención hídrica durante el procesamiento térmico.

En análisis de textura referente a la dureza, el tratamiento control registró el valor más alto ( $499,27 \pm 1,47 \text{ N}$ ), mientras que los tratamientos hidratados mostraron reducciones notables, desde  $290,04 \pm 5,58 \text{ N}$  (Altesa Neo S700 2 %) hasta  $265,87 \pm 0,60 \text{ N}$  (Altesa ABC2D 2 %), conforme a esto, Nunak y Schleining (2011) en el estudio denominado “Cambios instrumentales de textura en camarones blancos crudos durante el almacenamiento”, observaron que la dureza inicial de camarones frescos ( $\sim 9,33 \text{ N/mm}$ ) aumenta hasta  $\sim 20,5 \text{ N/mm}$  tras 14 días de almacenamiento en hielo, debido al endurecimiento de la piel externa, aunque con un ablandamiento simultáneo de la carne interna. Si bien las unidades no son directamente, ambos resultados muestran una misma tendencia: la resistencia mecánica puede incrementarse o reducirse en función de la integridad del estado de la proteína miofibrilar.

En fracturabilidad, NEO S700 2 % presentó el máximo ( $584,19 \pm 12,89 \text{ N}$ ), superando al control ( $499,27 \pm 1,46 \text{ N}$ ), esto se argumenta con lo mencionado por Nunak y Schleining (2011) que una mayor cohesión antes de la ruptura es beneficiosa para integridad durante procesado y transporte, esto fue observado en camarones crudos. Sin embargo, fracturabilidades muy elevadas pueden disminuir la percepción de suavidad, aunque reducen resistencia mecánica dependiendo del tipo de alimento.

En carga a la primera fractura, el control mostró  $177,82 \pm 2,53 \text{ N}$  y Altesa ABC2D 2 % obtuvo el mínimo ( $149,25 \pm 1,53 \text{ N}$ ). Estos resultados se fundamentan con lo hallado por Zeng et al. (2022) quienes según su estudio demostraron que

reducciones controladas de carga inicial pueden mantener cohesión y mejorar textura percibida favoreciendo la estabilidad estructural en procesos mecánicos, pero pueden producir sensaciones secas o duras, mientras que cargas menores producen menor resistencia al manejo.

En resiliencia, Altesa ABC2D 2 % y Carnal 659S 3 % alcanzaron  $0,071 \pm 0,002$ , mientras que NEO S700 mostró valores de 0,012–0,014. Considerando estos hallazgos, los investigadores Hafiz et al, (2024) mencionan que la resiliencia en la textura de *P. vannamei* es importante en el procesamiento de alimentos porque puede afectar la textura final del producto, puesto que es un parámetro que indicaría si tiende a ser fácil de cortar o su posibilidad de mantenimiento de su forma durante el procesamiento.

En este estudio, los valores bajos y estables de  $\Delta E$  son indicativos de que la hidratación no alteró de forma perceptible el color del camarón, entonces, en términos técnicos los valores de  $\Delta E$  obtenidos (0,17–0,91) se encuentran muy por debajo del umbral de cambio perceptible para el consumidor. Esto se sustenta con la escala del National Bureau of Standards (NBS) que se mencionó en el estudio de Pan et al. (2024), indicando que la diferencia de color  $\Delta E$  aplicada a alimentos se considera que  $\Delta E < 1,5$  contempla un cambio “leve” mientras que valores superiores a 6 indican cambios “excesivos” y fácilmente detectables, potencialmente asociados hacia tonos grisáceos cuando  $a^*$  y  $b^*$  son cercanos a cero. Estos resultados se relacionan con lo planteado por Palma (2015), que estableció que la preferencia del consumidor se inclina hacia camarones con colores homogéneos y tonalidades claras en crudo o intensamente naranjas en cocido. En consecuencia, la estabilidad cromática observada en este estudio constituye una ventaja competitiva, al disminuir el riesgo de rechazo en mercados exigentes y favorecer la estandarización de lotes.

Sin embargo, Parisenti et al. (2011) advierten que el camarón crudo más claro no siempre se traduce en un cocido de color más atractivo, y que el color crudo oscuro, aunque asociado a mayor contenido de astaxantina, puede generar rechazo al consumidor. En este sentido, la estabilidad cromática observada en este estudio mostró el oscurecimiento o variaciones abruptas de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , calculado posteriormente en la diferencia de color  $\Delta E$ , mostrando así disminución de los riesgos de rechazo en mercados que valoran homogeneidad visual, y permitiría estandarizar lotes sin comprometer la expresión de pigmentos durante la cocción,

alineándose con las recomendaciones de optimizar la pigmentación y los atributos de color para mejorar la aceptación del producto.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

En cumplimiento del primer objetivo planteado, se determinó que los aditivos Carnal 659S y Altesa ABC2D, aplicados en concentraciones del 2 %, presentaron el mayor potencial como agentes hidratantes en la postcosecha del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). En contraste aquello, el aditivo Altesa Neo S700 al 2 % alcanzó la menor eficacia; a pesar de esto su rendimiento mejoró de manera significativa al incrementarse la concentración al 3 %. Dichos hallazgos confirman que la efectividad de los aditivos evaluados depende de la dosis aplicada, lo que pone de manifiesto la necesidad de ajustar las concentraciones para maximizar su efecto.

Asimismo, en el análisis de pérdidas por descongelación se estableció que el tratamiento con Altesa Neo S700 al 3 % mostró la menor pérdida de agua en la fase de descongelación. Mientras que, en el estudio de pérdida de cocción, Altesa ABC2D al 3 % obtuvo la mayor capacidad de retención hídrica, al registrar una disminución del 7,48 %. Contrario a esto, Altesa Neo S700 presentó los valores más elevados de merma por cocción, lo que evidenció un desempeño menos favorable en este parámetro tecnológico.

En relación con el análisis de textura, la incorporación de aditivos permitió disminuir la dureza del camarón en comparación con el grupo control, favoreciendo una mayor suavidad del producto final. El tratamiento con Altesa Neo S700 al 2 % se caracterizó por una mayor fracturabilidad, asociada a una elevada cohesión estructural del músculo crudo y, por consiguiente, a una mayor resistencia mecánica. En cambio, los valores moderados de carga a la primera fractura y la elevada resiliencia observados en los tratamientos con Altesa ABC2D al 2 % y Carnal 659S al 3 % indicaron una adecuada capacidad del tejido para conservar su forma y sus propiedades texturales a lo largo del procesamiento.

Finalmente, a partir del análisis colorimétrico, los resultados revelaron que los valores obtenidos se situaron por debajo del umbral de variación cromática considerada perceptible, lo que asegura la preservación de la apariencia original y la uniformidad visual del producto. Este atributo constituye una ventaja para la presentación comercial del camarón hidratado y contribuye a disminuir el riesgo de rechazo en mercados que exigen una estricta homogeneidad del color.

## 6.2 Recomendaciones

Se sugiere realizar estudios adicionales que incluyan un mayor número de réplicas y un análisis más amplio de concentraciones para cada aditivo, con el fin de determinar el rango óptimo de aplicación que garantice una hidratación eficiente y uniforme del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Es necesario realizar estudios adicionales que evalúen la interacción de estos aditivos con la estructura muscular del camarón y la aceptabilidad sensorial final. Asimismo, se propone explorar combinaciones de aditivos y optimizar tiempos y condiciones de almacenamiento para maximizar la calidad tecnológica del producto.

Se recomienda utilizar tratamientos que combinen dureza moderada y alta resiliencia para garantizar un equilibrio entre textura agradable y resistencia mecánica. Asimismo, conviene seguir evaluando la relación entre parámetros de textura y aceptación del consumidor, asegurando un producto con buena presentación y apto para las exigencias de la industria acuícola.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABC World Shrimp Company. (2018). *Ejemplo de procesamiento comercial: Camarón (de criadero), crudo congelado (Spanish Version)*. Florida: FloridaGrant.
- Atoche, C. (2021). *Retención de agua en colas de langostino (Litopenaeus vannamei) congeladas utilizando altesa ps y sal en la empresa eco-acuícola s.a.c – piura - perú - 2021*. Piura. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]  
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3780/IPES-ATO-SUA-2022.pdf?sequence=1>
- Barreiro, J., y Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de los alimentos por bajas temperaturas* (Segunda Edición ed.). Equinoccio.
- Betancourt, V., Herrera, A. H., y Herrera, A. (2021). Análisis de la proyección de las exportaciones de camarón del Ecuador. *Agroecosistemas*, 9(2), 7-12.  
<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/462>
- Bouzas, D. (2021). ¿Qué es el glaseo (glazing) en filetes de pescado congelado? *LinkedIn*. <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-el-glaseo-glazing-en-filetes-de-pescado-congelado-bouzas>
- Braschi, F., Castillo, M., Doig, A., Landa, D., y Oquelis, A. (2019). *Elaboración de productos proteicos a base de harina de pota en Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/item/75b5d692-e527-4b8e-83ed-c26f1d7deda9>
- Cámara Nacional de Acuacultura (CNA). (2023). *Boletín de Gestión Acuícola Noviembre*. Guayaquil: Repositorio CNA. <https://www.cna-ecuador.com/gestion-acuicola-noviembre-2023/>
- Cedeño, D., y Mendoza, M. (2022). *Optimización de la calidad sensorial de una conserva de camarón (Litopenaeus vannamei) con tres tipos de acidulantes*.

- [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1855/1/TIC\\_AI09D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1855/1/TIC_AI09D.pdf)
- Centeno, S., y Rodrígues, R. (2007). Actividad enzimática de bacterias frecuentes en camarones (*Litopenaeus schmitti*), mejillones (*Perna viridis*) y calamares (*Loligo plei*) congelados producidos en Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 27(1), 481-491. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199416677007>
- Chancay, P., Vásquez, M., y Soledispa, D. (2021). Comportamiento del sector camaronero como determinante en la generación de empleo en el Cantón Jama. *Polo del Conocimiento*, 62(6), 1897-1914. <https://www.bing.com/ck/a?!&p=9bf1200651837867dbf87e4806edb8a92c5b5ae58f842dd7f649f4e1f2bc8d42JmltdHM9MTc1ODc1ODQwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=0472f74a-b77f-6801-27cd-e68ab60e697d&psq=omportamiento+del+sector+camaronero+como+determinante+en+la+generaci%c3%b3n+de+empleo+en+el+Cant%c3%b3n+Jama.+Polo+del+Conocimiento&u=a1aHR0cHM6Ly9wb2xvZGVsY29ub2NpbWlbnRvLmNvbS9vanMvaW5kZXgucGhwL2VzL2FydGljbGUvdmlldy8zMTQ2>
- Chantarasuwam, C., Benjakul, S., y Visessanguan, W. (2015). Effects of sodium carbonate and sodium bicarbonate on yield and characteristics of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Food Science and Technology International*, 7(14), 402 - 414. <https://doi.org/10.1177/1082013211398802>
- Damasceno, M., y Goncalves, A. (2018). The effect of food grade additive phosphate pre-treatment prior to the industrial cooking process in the quality of cooked peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(7), 3299-3306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9543>
- DresdenFi. (2022). *Productos Hidrobiológicos. Aditivos Pesqueros*. <https://grupodresden.com/dresden-fi/#soluc>
- El Universo. (2021). Ecuador es el mayor productor mundial de camarón, según revista Aquaculture. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-es-el-mayor-productor-mundial-de-camaron-segun-revista-aquaculture-nota/>
- EXPALSA. (2019). *Congelación Semi IQF para camaron*. Guayaquil: NORMA S.A.

- Global Seafood Alliance. (2016). Decisiones críticas para la cosecha y empaque de camarón, Parte. *Responsible Seafood Advocate*. <https://www.globalseafood.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-1/>
- Goncalvez, A., y Duarte, J. (2009). Effects of phosphate treatment on quality of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) processed with cryomechanical freezing. *LWT Food Science and Technology*, 42, 1435 - 1439. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643809000930>
- Hafiz, A., Naim, K., y Ulfah, N. (2024). Texture and colour changes in *Penaeus vannamei* after coatings with *Piper betle* (L) leaves extract. *Journal of Sustainability Science and Management*, 19(1), 1-11. <http://doi.org/10.46754/jssm.2024.01.001>
- Innovaciones Acuáticas. (2023). *Producto: Carnal* 659S. <http://codemet.com.mx/producto/carnal-659-s/>
- Instituto de Acuacultura Mexicano. (2018). *Acuacultura del camarón blanco del Pacífico*. Quintana Roo: Repositorio Nacional de Acuacultura. <https://n9.cl/z7954b>
- KrustaGrup. (2021). *Funcionamiento del sistema de congelación IQF*. AMASUA.
- Li, D.-Y., Yuan, Z., Liu, Z. Q., Yu, M.-M., Liu, X.-Y., Zhang, M., . . . Zhou, D.-Y. (2020). Effect of oxidation and maillard reaction on color deterioration of ready-to-eat shrimps during storage. *LWT*, 131, 109696 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109696>
- Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. (N. Ardila, G. Navas, y J. Reyes, Edits.) Bogotá: INVEMAR. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Libro-Rojo-de-Invertebrados-Marinos-de-Colombia.pdf>
- Montero, L. (2020). *Hidratación en cola de langostino (*Penaeus vannamei*) congeladas, usando 3 diferentes aditivos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP\\_330dc66571e32c7efee66b292cb72e22#:~:text=Durante%20este%20periodo%20se%20analiz%C3%81l%20el%20porcentaje%20de,Novogigas%20LC%2C%20todos%20al%202.5%25%20de%20la%20soluci%C3%81n.](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_330dc66571e32c7efee66b292cb72e22#:~:text=Durante%20este%20periodo%20se%20analiz%C3%81l%20el%20porcentaje%20de,Novogigas%20LC%2C%20todos%20al%202.5%25%20de%20la%20soluci%C3%81n.)

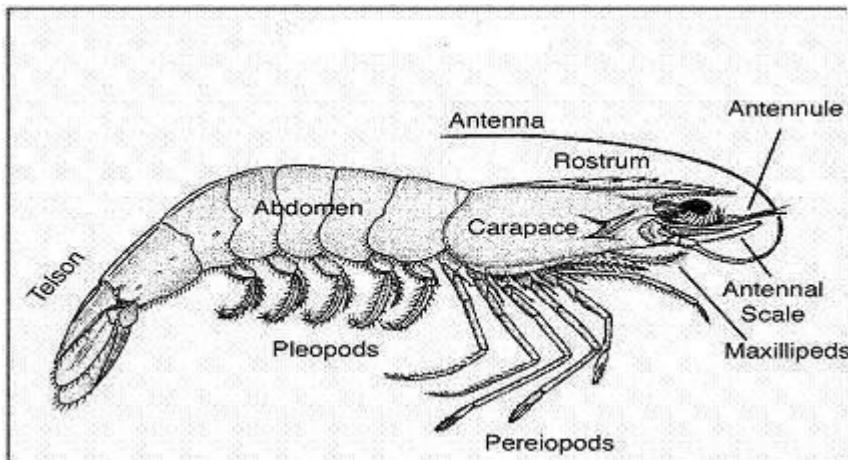
- Morerira, J. (2020). Como o peixe fresco é resfriado e armazenado em um navio de pesca. *Food Safety Brasil*. <https://foodsafetybrazil.org/como-o-peixe-fresco-resfriado-e-armazenado-em-um-navio-de-pesca-estudo-de-caso/>
- Norma NMX. (1986). Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios.
- NovaTeam. (2022). *Sistemas de Congelación IQF y por Placas*. Querétaro: FlInnovations.
- Nunak, T., y Schleining, G. (2011). Instrumental textural changes in raw white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Aquatic Food Product Technology*, 12(2), 402-417. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10498850.2011.575986>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2023). *Penaeus vannamei*. In cultured aquatic species fast sheets. [https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_whitelegshrimp.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegshrimp.htm)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). *Codex Alimentarius: Norma general para los aditivos alimentarios*. OMS .
- Palma, C. (2015). *Calidad alimentaria del camarón blanco del pacífico Litopenaeus vannamei en función de la dieta y del sistema de enfriamiento durante la cosecha*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Baja California Sur] <https://biblio.uabcs.mx/tesis/te3325.pdf>
- Pan, X., J. W., Xu, W., Wang, Sun, J. 1., Wang, W., y Tang, Y. (2024). Uncovering quality changes of shrimp (*Penaeus vannamei*) during solar drying and its relationship with protein-related properties. *Food Chemistry*: X, 23, 101696. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157524005844>
- Parisenti, J., Beirão, L., Tramonte, V., Ourique, F., Da Silveira, C., y M. C. (2011). Preference ranking of colour in raw and cooked shrimps. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(12), 2558–2561. <https://academic.oup.com/ijfst/article/46/12/2558/7866553?login=false>
- Powertech. (2021). *Manual de manejo de congelador por placas*. Wolfking.
- Purizaca, L. (2022). *Efecto de Dosiplus y Carnal 659 S sobre la acidez de anillas de Dosidicus gigas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes]. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3167bf49-8bcb-4483-b647-07e77fdc748f/content>

- Quintana, R., y Zárate, Y. (2009). *Porcentaje de hidratación de Litopenaeus vannamei cultivado en aguas dulce y salada tratados con fosfato y cloruro de sodio previo al congelado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes].  
[https://biblioteca.imarpe.gob.pe/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=17489](https://biblioteca.imarpe.gob.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=17489)
- Riofrio, A., Alcivar, T., y Baykara, H. (2021). Environmental and Economic Viability of Chitosan Production in Guayas-Ecuador: A Robust Investment and Life Cycle Analysis. *ACS OMEGA*, 6(36), 23038–23051.  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8444200/>
- Rivero, L. (2012). Evaluación sensorial de la frescura en camarón (*Farfantepenaeus paulensis*). [Tesis de pregrado, Universidad de la República].  
<https://es.scribd.com/document/357560040/EVALUACION-SENSORIAL-DE-LA-FRESCURA-EN-CAMARON-Farfantepenaeus-paulensis>
- Sea Grant. (2019). *Comprender y utilizar el congelamiento en salmuera en cubierta para producir camarón de aspecto perfecto, de primera calidad y excelente sabor*. Texas: Agrilife.  
<https://cameron.agrilife.org/files/2011/07/BrineFreezingSpanish.pdf>
- Sharaf Eddin , A., y Tahergorabi, R. (2017). Application of a Surimi-Based Coating to Improve the Quality Attributes of Shrimp during Refrigerated Storage. *Foods*, 6(9), 76. <https://www.mdpi.com/2304-8158/6/9/76>
- Sringarm, C., Numthuam, S., Salabsee, S., Ditupombo, S., Kunanoppart, T., y Rungchang, S. (2022). Prediction of Freshness Quality and Phosphate Residue of White hrimp Products Using Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 88 - 97. <https://publish.kne-publishing.com/index.php/JFQHC/article/view/10645/10392>
- Suayani, N., Rathore, S., Vandarwala, U., Patel, K., y Rana, R. (2019). Physical, chemical and sensorial quality evaluation ofphosphate treated and non-treated PUD shrimp(*Litopenaeus vannamei*) samples. *International Journal of Fisheries and Aqua Studies*, 7(9), 296 - 299. <https://n9.cl/lncm>
- Sun, Q., Zhang, H., Yang, X., Hou, Q., Zhang, Y., y Su, J. (2022). Insight into muscle quality of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) frozen with static magnetic-assisted freezing at different intensities. *Food Chem*: X., 11(23). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157522003169>

- Tamarit, Y. (2008). *Caracterización de la textura sensorial e instrumental del camarón de cultivo Litopenaeus vannamei en la camaronera de Tunas de Zaza*. [Tesis de masterado, Universidad de la Habana]. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/2821/TESIS%20YANARA%20PARA%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Sonora. (2012). Mediciones fisicoquímicas en el músculo de camarón. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1650/Capitulo4.pdf>
- Viñuela, A. (2019). *Características generales de los aditivos alimentarios. Evaluación de su ingesta*. FAO. <https://es.scribd.com/document/393000024/Caracteristicas-Generals-de-los-Aditivos-Alimentarios-pdf>
- Zhang, Z., Xia, G., Yang, Q., Fan, X., y Lyu, S. (2019). Effects of chitosan-based coatings on storage quality of Chinese shrimp. *Food Science and Nutrition*, 7(12), 4085-4094. <http://doi.org/10.1002/fsn3.1275>
- Zheng, O., Sun, Q., Dong, A., Han, Z., Wang, Z., Wei, S., y Liu, S. (2022). Gelation Process Optimization of Shrimp Surimi Induced by Dense Phase Carbon Dioxide and Quality Evaluation of Gel. *Foods*, 11(23). <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/23/3807#:~:text=The%20results%20of%20the%20gel%20quality%20properties%20showed,increased%20the%20gel%20strength%20and%20gel%20water-holding%20capacity.>

## ANEXOS

### Anexo N° 1: *Morfología del camarón.*



Elaborado por: Instituto de Acuacultura Mexicano, 2018

### Anexo N° 2: *Procesamiento del camarón.*



Elaborado por: ABC World Shrimp Company, 2018

**Anexo N° 3:**  
**Presentación de langostinos y camarones enteros, descabezados, pelados y limpios.**

TAMAÑO	Número de langostinos y camarones por 500 g de masa escurrida		
	ENTEROS	DESCABEZADOS	LIMPIOS
Extra grande	2 – 6	3 – 7	4 – 10
grande	7 – 10	8 – 25	11 – 30
mediano	11 – 20	26 – 45	31 – 50
pequeño	más de 21	más de 46	más de 51
pH	6,5 – 7,2	6,5 – 7,2	6,2 – 7,2
Nitrógeno básico volátil en mg/100 g máx. a)	30	30	30

a) Expresado como nitrógeno.

Elaborado por: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2015

**Anexo N° 4:**  
**Pesaje de aditivos.**



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 5:**

**Recepción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) pelado y desvenado.**



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 6:**

**Proceso de hidratación con aditivos (2 % y 3 %) con las muestras de camarones.**



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 7:**

*Proceso de hidratación de camarones con sus respectivos aditivos y concentraciones.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 8:**

*Muestras de camarones post-hidratación.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 9:**  
*Empaque de las muestras en bolsas plásticas.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 10:**  
*Muestras hidratadas en proceso de congelación IQF.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 11:**

*Toma de temperatura de muestras post-hidratadas congeladas.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 12:**

*Preparación de muestras para análisis de perdida por cocción.*



Elaborado por: El Autor, 2025

Anexo N° 13:

*Medición de temperatura ideal (85°C) para cocción de muestras.*



Elaborado por: El Autor, 2025

Anexo N° 14:

*Secado de las muestras luego de la cocción.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 15:**

*Pesaje de las muestras para determinar su pérdida por cocción.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 16:**

*Medición de color con colorímetro sobre las muestras post-hidratación.*



Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 17:**

*Datos recopilados de etapa experimental (Hidratación, pérdida por descongelación y pérdida por cocción).*

Aditivo/Concentración	Hidratación (%)	Descongelado (%)	Cocción (%)
Control 0%	4.22	13.36	35.51
Control 0%	5.22	11.52	19.33
Control 0%	4.72	12.44	27.42
CARNAL 659S 2%	14.5	12.19	17.44
CARNAL 659S 2%	9.74	4.39	18.11
CARNAL 659S 2%	12.12	8.29	17.78
CARNAL 659S 3%	12.02	10.03	18.96
CARNAL 659S 3%	9.38	4.94	12.73
CARNAL 659S 3%	11.2	8.49	16.75
NEO S700 2%	9.38	12.28	22
NEO S700 2%	8.28	5.91	16.23
NEO S700 2%	8.83	9.1	19.12
NEO S700 3%	11.84	8.81	22.68
NEO S700 3%	10.63	5.41	16.62
NEO S700 3%	11.24	7.11	19.65
ABC2D 2%	9.38	9.65	10.9
ABC2D 2%	8.28	5.84	14.47
ABC2D 2%	8.83	7.75	12.69
ABC2D 3%	11.84	13.18	5.56
ABC2D 3%	10.63	5.9	9.4
ABC2D 3%	11.24	9.54	7.48

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 18:**

*Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación de hidratación.*

ANOVA - Hidratación (%)

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	114.762	6	19.127	14.750	< .001
Residuals	18.154	14	1.297		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Hidratación (%)

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
CARNAL 659S 2%	3	12.120	2.380	1.374	0.196
CARNAL 659S 3%	3	10.867	1.351	0.780	0.124
NEO S700 2%	3	8.830	0.550	0.318	0.062
NEO S700 3%	3	11.237	0.605	0.349	0.054
ABC2D 2%	3	8.830	0.550	0.318	0.062
ABC2D 3%	3	11.237	0.605	0.349	0.054
Control 0%	3	4.720	0.500	0.289	0.106

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 19:**  
**Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación de pérdida por descongelación.**

ANOVA - Descongelado (%)

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	57.130	6	9.522	1.263	0.335
Residuals	105.566	14	7.540		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Descongelado (%)

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
CARNAL 659S 2%	3	8.290	3.900	2.252	0.470
CARNAL 659S 3%	3	7.820	2.610	1.507	0.334
NEO S700 2%	3	9.097	3.185	1.839	0.350
NEO S700 3%	3	7.110	1.700	0.981	0.239
ABC2D 2%	3	7.747	1.905	1.100	0.246
ABC2D 3%	3	9.540	3.640	2.102	0.382
Control 0%	3	12.440	0.920	0.531	0.074

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 20:**

**Resultados estadísticos (ANOVA) de determinación por pérdida de cocción.**

ANOVA - Cocción (%) ▼

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	691.239	6	115.206	8.071	< .001
Residuals	199.827	14	14.273		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Cocción (%)

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	12.687	1.785	1.031	0.141
ABC2D 3%	3	7.480	1.920	1.109	0.257
CARNAL 659S 2%	3	17.777	0.335	0.193	0.019
CARNAL 659S 3%	3	16.147	3.159	1.824	0.196
CONTROL 0%	3	27.420	8.090	4.671	0.295
NEO S700 2%	3	19.117	2.885	1.666	0.151
NEO S700 3%	3	19.650	3.030	1.749	0.154

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 21:****Datos recopilados de etapa experimental de análisis de textura**

Aditivo/Concentración	Dureza (N)	Fracturabilidad (N)	Caída Carga 1era fractura (N)
Control 0%	205.92	500.68	180.22
Control 0%	210.64	497.77	178.07
Control 0%	207.04	499.35	175.18
CARNAL 659S 2%	274.81	563.78	150.64
CARNAL 659S 2%	276.59	564.03	149.73
CARNAL 659S 2%	274.37	563.56	150.82
CARNAL 659S 3%	283.21	564.98	159.89
CARNAL 659S 3%	282.73	565.45	152.55
CARNAL 659S 3%	283.1	566.23	156.57
NEO S700 2%	292.04	575.62	164.31
NEO S700 2%	294.35	577.95	165.25
NEO S700 2%	283.74	599.01	165.49
NEO S700 3%	285.12	574.66	164.35
NEO S700 3%	294.45	576.34	170.51
NEO S700 3%	286.59	574.28	163.24
ABC2D 2%	266.38	564.57	148.76
ABC2D 2%	265.21	565.19	148.03
ABC2D 2%	266.02	563.06	150.97
ABC2D 3%	268.43	562.57	146.72
ABC2D 3%	270.44	560.25	145.09
ABC2D 3%	269.58	572.9	146.28

**Elaborado por: El Autor, 2025****Anexo N° 22:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Dureza).**

ANOVA - Dureza (N) ▼

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	14440.371	6	2406.728	258.386	< .001
Residuals	130.402	14	9.314		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Dureza (N)

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	265.870	0.599	0.346	0.002
ABC2D 3%	3	269.483	1.008	0.582	0.004
CARNAL 659S 2%	3	275.257	1.175	0.679	0.004
CARNAL 659S 3%	3	283.013	0.251	0.145	8.885×10 <sup>-4</sup>
CONTROL 0%	3	207.867	2.466	1.424	0.012
NEO S700 2%	3	290.043	5.580	3.221	0.019
NEO S700 3%	3	288.720	5.016	2.896	0.017

Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 23:**

**Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Fracturabilidad).**

ANOVA - *Fracturabilidad (N)*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	13774.884	6	2295.814	74.285	< .001
Residuals	432.676	14	30.905		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - *Fracturabilidad (N)*

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	564.273	1.096	0.633	0.002
ABC2D 3%	3	565.240	6.734	3.888	0.012
CARNAL 659S 2%	3	563.790	0.235	0.136	$4.171 \times 10^{-4}$
CARNAL 659S 3%	3	565.553	0.631	0.365	0.001
CONTROL 0%	3	499.267	1.457	0.841	0.003
NEO S700 2%	3	584.193	12.884	7.439	0.022
NEO S700 3%	3	575.093	1.096	0.633	0.002

Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 24:**

**Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Caída Carga 1era fractura).**

ANOVA - *Caída Carga 1era fractura (N)*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	2351.037	6	391.840	70.278	< .001
Residuals	78.058	14	5.576		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - *Caída Carga 1era fractura (N)*

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	149.253	1.531	0.884	0.010
ABC2D 3%	3	146.030	0.843	0.487	0.006
CARNAL 659S 2%	3	150.397	0.584	0.337	0.004
CARNAL 659S 3%	3	156.337	3.676	2.122	0.024
CONTROL 0%	3	177.823	2.529	1.460	0.014
NEO S700 2%	3	165.017	0.624	0.360	0.004
NEO S700 3%	3	166.033	3.916	2.261	0.024

Elaborado por: El Autor, 2025

**Anexo N° 25:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de textura (Resiliencia).**

ANOVA - Resiliencia

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	0.015	6	0.002	237.260	< .001
Residuals	$1.453 \times 10^{-4}$	14	$1.038 \times 10^{-5}$		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Resiliencia

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.071	0.001	$6.667 \times 10^{-4}$	0.016
ABC2D 3%	3	0.062	0.003	0.002	0.043
CARNAL 659S 2%	3	0.061	0.006	0.004	0.100
CARNAL 659S 3%	3	0.071	0.002	$1.000 \times 10^{-3}$	0.024
CONTROL 0%	3	0.013	0.001	$6.667 \times 10^{-4}$	0.087
NEO S700 2%	3	0.012	0.003	0.002	0.261
NEO S700 3%	3	0.014	0.004	0.002	0.257

**Elaborado por: El Autor, 2025****Anexo N° 26:****Datos recopilados de etapa experimental de análisis de colorimetría considerando sus valores de diferencia de color ( $\Delta E$ )**

Aditivo/Concentración	Dia 0	Dia 3	Dia 6	Dia 9	Dia 12
Control 0%	0.06	0.24	0.15	0.13	0.11
Control 0%	0.61	0.06	0.08	0.22	0.18
Control 0%	0.14	0.41	0.43	0.37	0.3
CARNAL 659S 2%	0.087	0.165	0.042	0.427	0.077
CARNAL 659S 2%	0.365	0.264	0.446	1.266	0.248
CARNAL 659S 2%	0.679	0.273	0.447	0.431	0.41
CARNAL 659S 3%	0.089	0.263	0.06	0.177	0.078
CARNAL 659S 3%	0.205	0.419	0.315	1.137	0.242
CARNAL 659S 3%	0.223	0.301	0.5	0.511	0.504
NEO S700 2%	0.042	0.279	0.574	1.692	0.225
NEO S700 2%	0.455	0.237	0.363	0.718	0.27
NEO S700 2%	0.468	0.225	0.315	0.304	0.296
NEO S700 3%	0.141	0.286	0.307	0.176	0.093
NEO S700 3%	0.579	0.237	0.457	0.204	0.277
NEO S700 3%	0.313	0.253	0.346	0.346	0.341
ABC2D 2%	0.084	0.341	0.012	0.432	0.444
ABC2D 2%	0.599	0.432	0.444	0.295	0.102
ABC2D 2%	0.231	0.195	0.279	0.277	0.876
ABC2D 3%	0.048	0.286	0.122	0.29	0.444
ABC2D 3%	0.093	0.618	1.568	0.444	0.294
ABC2D 3%	0.529	0.185	0.243	0.241	0.231

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 27:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 0).***ANOVA - Dia 0*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	0.091	6	0.015	0.248	0.952
Residuals	0.859	14	0.061		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives***Descriptives - Dia 0*

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.305	0.265	0.153	0.871
ABC2D 3%	3	0.223	0.266	0.153	1.190
CARNAL 659S 2%	3	0.377	0.296	0.171	0.786
CARNAL 659S 3%	3	0.172	0.073	0.042	0.422
CONTROL 0%	3	0.270	0.297	0.172	1.101
NEO S700 2%	3	0.322	0.242	0.140	0.753
NEO S700 3%	3	0.344	0.221	0.127	0.641

**Elaborado por: El Autor, 2025****Anexo N° 28:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 3).***ANOVA - Dia 3*

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	0.049	6	0.008	0.532	0.775
Residuals	0.216	14	0.015		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives***Descriptives - Dia 3*

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.323	0.120	0.069	0.371
ABC2D 3%	3	0.363	0.227	0.131	0.624
CARNAL 659S 2%	3	0.234	0.060	0.035	0.256
CARNAL 659S 3%	3	0.328	0.081	0.047	0.248
CONTROL 0%	3	0.237	0.175	0.101	0.740
NEO S700 2%	3	0.247	0.028	0.016	0.115
NEO S700 3%	3	0.259	0.025	0.014	0.097

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 29:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 6).**

ANOVA - Dia 6

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	0.372	6	0.062	0.508	0.792
Residuals	1.707	14	0.122		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Dia 6

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.245	0.218	0.126	0.890
ABC2D 3%	3	0.644	0.802	0.463	1.245
CARNAL 659S 2%	3	0.312	0.234	0.135	0.749
CARNAL 659S 3%	3	0.292	0.221	0.128	0.757
CONTROL 0%	3	0.220	0.185	0.107	0.842
NEO S700 2%	3	0.417	0.138	0.080	0.330
NEO S700 3%	3	0.370	0.078	0.045	0.210

**Elaborado por: El Autor, 2025****Anexo N° 30:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 9).**

ANOVA - Dia 9

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	1.225	6	0.204	1.400	0.282
Residuals	2.040	14	0.146		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Dia 9

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.335	0.085	0.049	0.253
ABC2D 3%	3	0.325	0.106	0.061	0.326
CARNAL 659S 2%	3	0.708	0.483	0.279	0.683
CARNAL 659S 3%	3	0.608	0.487	0.281	0.801
CONTROL 0%	3	0.240	0.121	0.070	0.505
NEO S700 2%	3	0.905	0.713	0.411	0.788
NEO S700 3%	3	0.242	0.091	0.053	0.377

**Elaborado por: El Autor, 2025**

**Anexo N° 31:****Resultados estadísticos (ANOVA) de análisis de colorimetría (Día 12).**

ANOVA - Dia 12

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Aditivo/Concentración	0.148	6	0.025	0.656	0.686
Residuals	0.527	14	0.038		

Note. Type III Sum of Squares

**Descriptives**

Descriptives - Dia 12

Aditivo/Concentración	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
ABC2D 2%	3	0.474	0.388	0.224	0.818
ABC2D 3%	3	0.323	0.109	0.063	0.339
CARNAL 659S 2%	3	0.245	0.167	0.096	0.680
CARNAL 659S 3%	3	0.275	0.215	0.124	0.782
CONTROL 0%	3	0.197	0.096	0.055	0.489
NEO S700 2%	3	0.264	0.036	0.021	0.136
NEO S700 3%	3	0.237	0.129	0.074	0.543

**Elaborado por: El Autor, 2025**