



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

**“Diseño y construcción de un equipo de agitación para hacer la rehidratación
en el proceso productivo de la línea camarón en FishCorp S. A.”**

Autores:

Michael Douglas Cedeño Macías

Samuel Alexander Intriago Peña

Tutor de Titulación:

Ing. Joubert Antonio Azua Alvia

Manta - Manabí - Ecuador

2025

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Diseño y construcción de un equipo de agitación para hacer la rehidratación en el proceso productivo de la línea camarón en FishCorp S. A.”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Dr.Arq. Héctor Cedeño Zambrano

DIRECTOR
Ing. Loor Vélez David Lizandro

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Cedeño Macías Michael Douglas e Intriago Peña Samuel Alexander**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico 2025-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Diseño y construcción de un equipo de agitación para hacer la rehidratación en el proceso productivo de la línea de camarón en FishCorp S. A."**

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

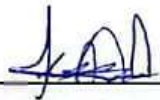
Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Joubert Antonio Azua Alvia
TUTOR DE TITULACIÓN

Declaración de Autoría de Tesis

Cedeño Macías Michael Douglas e Intriago Peña Samuel Alexander, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **"Diseño y construcción de un equipo de agitación para hacer la rehidratación en el proceso productivo de la línea de camarón en FishCorp S. A."**. Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Joubert Antonio Azua Alvia y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Michael Douglas Cedeño Macías

C.I. 1316899028



Samuel Alexander Intriago Peña

C.I. 2150230098



Ing. Joubert Antonio Azua Alvia

C.I. 1310185481

Manta, 13 de Febrero de 2026

Dedicatoria

“A Dios, por ser mi guía, mi refugio y mi fuerza en cada paso de este camino. Por darme la vida, la salud y la claridad para perseverar incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, pilares de mi existencia, ejemplo de amor, sacrificio y bondad. A ustedes les digo con el corazón lleno de gratitud: Hoy puedo decirles que amo lo que hago, que me esfuerzo y me entrego con pasión, que vivo persiguiendo algo valioso y significativo y, sobre todo, que les agradezco profundamente por haber sido mi mamá y mi papá". Cada página de este trabajo es también suya, porque sin su apoyo incondicional, sus enseñanzas y su fe en mí, este logro no habría sido posible.

A mis amigos, compañeros de alegrías y batallas, que me acompañaron con palabras de aliento, con sonrisas en los días grises y con su presencia sincera en cada momento clave. Su amistad ha sido un motor silencioso que me ha impulsado a seguir adelante.

Este logro no es solo mío. Es de todos ustedes.”

— Samuel Intriago

A mis padres, por cada sacrificio silencioso, por cada noche de preocupación y por creer que no me graduaría y al final resultó que sí. A mi hermana, mi confidente y mi mejor amiga, quien conoce mis miedos y mis sueños como nadie más, aunque siempre me vendía. Gracias por estar a mi lado en cada tropiezo, cada problema y por recordarme siempre quién soy cuando lo olvido.

A mis amigos, esos hermanos que la vida me regaló, quienes hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable. Las risas compartidas, las crisis superadas juntos y el apoyo mutuo son tan valiosos como el conocimiento adquirido. A mis tutores, por inspirarme a ir más allá de lo evidente, por su paciencia y por enseñarme que el verdadero aprendizaje nace de la curiosidad y la disciplina. A todos quienes se cruzaron en mi camino durante estos años y dejaron una huella en mi formación.

Este trabajo representa no solo mi esfuerzo individual, sino el reflejo de todos ustedes en mi vida.

— Michael Cedeño

Reconocimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento y reconocimiento a mi amigo y compañero de tesis, Michael Cedeño, quien ha sido uno de mis pilares fundamentales durante este proyecto y a lo largo de toda la carrera. Su compromiso, apoyo incondicional y espíritu colaborativo han sido clave para que este trabajo se concrete. A ti, Michael, te invito a mantener siempre viva la curiosidad, la ambición y la disposición a tomar riesgos, sin miedo a parecer ingenuo o poco convencional, porque es allí donde nacen las ideas que cambian las cosas.

A mi tutor de tesis, Ing. Joubert Azua Alvia, por su invaluable guía en la realización de este trabajo y, sobre todo, por su acompañamiento en el ámbito académico. Su dedicación, profesionalismo y pasión por enseñar son fuente de inspiración para quienes tenemos el privilegio de aprender de usted.

Extiendo también mi agradecimiento a gran parte de mi familia, a mis amigos y a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron para que este proyecto fuera posible. Cada gesto de apoyo, cada consejo y cada palabra de aliento han dejado huella en este camino. Este logro no es solo mío, sino el resultado del esfuerzo compartido de todos ustedes.

— Samuel Intriago

La realización de esta tesis representa no solo el cierre de una etapa académica, sino también el resultado de un camino lleno de esfuerzo, aprendizaje y crecimiento personal. Nada de esto habría sido posible sin el apoyo sincero y constante de personas que estuvieron presentes en cada paso del proceso.

Mi más profundo agradecimiento a Ing. Joubert Azua, por su acompañamiento, orientación y paciencia. Su confianza, sus enseñanzas y su disposición para guiarme fueron fundamentales para transformar ideas en resultados y dificultades en aprendizajes.

Un agradecimiento muy especial a Samuel Intriago, compañero y amigo, con quien tuve el honor de desarrollar esta tesis. Gracias por el trabajo en equipo, la constancia y el compromiso compartido a lo largo de este proceso. En los momentos de dificultad, tu apoyo, dedicación y actitud positiva fueron fundamentales para seguir adelante. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto, de largas jornadas de trabajo y de una colaboración basada en el respeto, la amistad y el objetivo común de culminar este proyecto.

A mi familia, gracias por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudé, por su apoyo silencioso y por ser el motor que me impulsó a seguir adelante en los momentos más difíciles. Este logro también les pertenece.

— Michael Cedeño

Índice de Contenido

Certificación del Tutor.....	3
Declaración de Autoría de Tesis	4
Dedicatoria	5
Reconocimiento.....	6
Índice de Contenido.....	7
Índice de Tablas	12
Índice de Figuras	13
Resumen Ejecutivo.....	14
Executive Summary.....	15
Introducción.....	16
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	17
Macro Contexto	17
Meso Contexto	17
Micro Contexto	18
Formulación del problema.....	19
Preguntas directrices	19
Objetivos	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Justificación.....	21

Capítulo 1.....	22
1 Fundamentación Teórica	22
1.1 Antecedentes Investigativos	22
1.2 Bases Teóricas.....	24
1.2.1 Introducción sobre la agitación en Fluidos.....	24
1.2.1.1 Definición de agitación y el tipo de flujo.....	24
1.2.1.2 Tipos de agitación	24
1.2.2 Agitadores mecánicos	26
1.2.2.2 Tipos de Agitadores e Impulsores.....	26
1.2.3 Fundamentos del Proceso de Rehidratación	27
1.2.3.2 Rehidratación en el Camarón.....	27
1.3 Marco Conceptual	29
1.4 Marco Legal y Ambiental	31
1.5 Hipótesis y Variables.....	32
1.5.1 Hipótesis	32
1.5.2 Identificación de las Variables	32
1.5.3 Operacionalización de las Variables.....	32
1.5.3.1 Descripción operativa de la Variable Independiente	32
1.5.3.2 Descripción operativa de la Variable Dependiente.....	33
1.6 Marco Metodológico	34
1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación	34
1.6.2 Enfoque.....	37
1.6.3 Nivel de Investigación.....	40

Capítulo 2.....	42
2 Diagnóstico o Estudio de Campo.....	42
2.1. Descripción general de la empresa FishCorp S.A.en 200.....	42
2.1.1 Historia y desarrollo de la empresa	42
2.1.2 Ubicación geográfica y entorno productivo	43
2.1.3 Organigrama básico funcional	44
2.2. Normativas, cultura organizacional y portafolio de productos	45
2.2.1 Marco normativo y certificaciones internacionales	45
2.2.2 Cultura de calidad y procesos de control	45
2.3 Portafolio de productos: camarón y otras líneas.....	46
2.4 Normativas internas y estándares aplicados (ISO 22000, BPM, HACCP, etc.).....	49
2.5 Descripción de la línea de producción de camarón	50
2.5.1 Flujo general del proceso de camarón.....	52
2.5.2 Etapas críticas: descongelado, secado, rehidratación	53
2.5.3 Valor agregado del producto en la rehidratación y comparación con prácticas estándar de la industria.....	55
2.6 Funcionamiento del proceso de rehidratación del camarón.....	56
2.6.1 Proceso actual: descripción detallada paso a paso	57
2.6.2 Observaciones técnicas y operativas, factores que afectan el rendimiento del proceso y limitaciones técnicas del proceso actual	59
2.7 Enfoque actual: manual vs automatización	61
2.7.1 ¿Por qué se realiza el proceso de forma manual?.....	62
2.7.2 Limitaciones técnicas, operativas o presupuestarias	64

2.7.3	Análisis de factibilidad del cambio a sistema automatizado	67
2.8.1	Tipos de hidratantes y otros compuestos utilizados en el proceso.....	68
2.8.2	Tipos de agitadores existentes o más comunes en el mercado	72
2.8.3	Impacto de los insumos en la calidad del producto final	73
2.9	Observaciones y necesidades detectadas	75
2.9.1	Observaciones en situación.....	75
2.9.2	Oportunidades de mejora y justificación del diseño de un sistema de agitación	76
2.9.3	Procesos de congelación y condiciones térmicas aplicadas al camarón.....	77
2.9.4	Clasificación por talla y uso de sistemas automáticos en el procesamiento del camarón.....	78
Capítulo 3		80
3	Propuesta de Mejora	80
3.1	Planteamiento de la problemática operativa	80
3.2	Propuesta de solución: diseño de un sistema de agitación eficiente.....	80
3.3	Dimensionamiento del agitador	81
3.4	Selección del impulsor.....	83
3.5	Potencia del motor del Agitador.....	84
3.5.1	Densidad y viscosidad aparente de la fase solida-liquido	84
3.5.2	Cálculo de número de Reynolds.....	88
3.5.3	Cálculo de número de Potencia.....	89
3.5.4	Selección del motor	92
3.5.5	Selección del motorreductor	92

3.5.6 Diseño del diámetro del eje	92
3.5.7 Momento torsor y fuerza tangencial del eje	93
3.5.8 Momento flector del eje	94
3.6 Modelado y Simulación CFD	95
3.7 Presupuesto general de costos del Proyecto.....	97
Conclusiones	98
Recomendaciones	99
Bibliografía	100
Anexos	103

Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción de la Variable Independiente	32
Tabla 2. Descripción de la Variable Dependiente	33
Tabla 3. Resumen de costos operativos diarios	66
Tabla 4. Simbología de Dimensionamiento	82
Tabla 5. Dimensiones geométricas del agitador	82
Tabla 6. Valores de Viscosidad Intrínseca según la forma	88
Tabla 7. Correlación de Kamei y Hiraoka del número de potencia	90
Tabla 8. valores obtenidos de cada región del impulsor	91
Tabla 9. Características técnicas del motor	92
Tabla 10. Estimación del presupuesto Total del Proyecto	97

Índice de Figuras

Figura 1. Logo oficial de la empresa Fishcorp S.A.	42
Figura 2. Ubicación Geográfica de la empresa Fishcorp S.A.	43
Figura 3. Organigrama funcional de la empresa Fishcorp S.A.	44
Figura 4. Presentación Shell-On	46
Figura 5. Presentación P&D	47
Figura 6. Presentación PDTTO	47
Figura 7. Presentación EZ.....	47
Figura 8. Presentación Butterfly cut.....	48
Figura 9. Presentación Head-On.....	48
Figura 10. Flat-Blade Paddle Impeller	84
Figura 11. Diagrama esquemático de un tanque con un impulsor doble.....	90
Figura 12. Momento torsor del eje.....	94
Figura 13. Modelado 3D del Agitador.....	95
Figura 14. Simulación de dinámica de fluido	96

Resumen Ejecutivo

La industria pesquera ecuatoriana, particularmente el procesamiento de camarón enfrenta desafíos relacionados con la pérdida de peso y calidad del producto durante etapas clave como el descongelado, secado y rehidratación. Este problema afecta directamente la competitividad del camarón ecuatoriano en mercados internacionales exigentes como Estados Unidos y Europa. En FishCorp S. A., una de las empresas más destacadas de Manta, Manabí, se ha identificado la ausencia de un sistema de agitación eficiente que permita una rehidratación uniforme, generando inconsistencias en la textura y características del producto final.

La presente investigación examina el problema señalado mediante el diseño de un equipo de agitación eficiente, con el objetivo de optimizar el proceso de rehidratación en la producción de camarón de FishCorp S.A. El proyecto representa la revisión de artículos investigativos, normas de calidad y seguridad e incluso simulación computacional, la cual se harán pruebas para controlar variables , como velocidad de agitación, tipo de la mezcla, consumo de energía y potencia.

Palabras clave: Camarón, rehidratación, agitación, diseño, calidad, industria, Pérdida de peso.

Executive Summary

The Ecuadorian fishing industry particularly shrimp processing faces challenges related to weight and quality loss during key stages such as thawing drying and rehydration. This problem directly impacts the competitiveness of Ecuadorian shrimp in demanding international markets like the United States and Europe. At FishCorp S.A. one of the leading companies in Manta Manabí the lack of an efficient agitation system for uniform rehydration has been identified leading to inconsistencies in the texture and characteristics of the final product.

This research examines this problem by designing an efficient agitation system to optimize the rehydration process in FishCorp S.A.'s shrimp production. The project involves reviewing research articles quality and safety standards and even computer simulations which will be tested to control variables such as agitation speed mixture type and energy and power consumption.

Keywords: *Shrimp, rehydration, agitation, design, quality, industry, weight loss.*

Introducción

La industria pesquera en Ecuador en especial en el procesamiento del camarón tiene problemas de calidad y competitividad en los mercados internacionales. Uno de los principales problemas es la merma de peso y textura del camarón en procesos críticos como descongelación, secado y rehidratación. Esto influye en las propiedades del producto y, por ende, en su precio en el mercado. Y con mercados cada vez más exigentes, sobre todo en EE. UU. y Europa, resolver estos inconvenientes se ha vuelto prioritario para FishCorp S. A., en Manta, Manabí.

Rehidratar el camarón de manera uniforme con la ayuda de un equipo de agitación puede preservar la calidad del producto final. Estudios demuestran que el uso de tecnologías de agitación reduce significativamente las pérdidas de peso y mejora la textura del producto final. Sin embargo en FishCorp S.A. no cuenta con un equipo que automatice este proceso evidenciando la necesidad de diseñar e implementar un sistema que se pueda ajustar a las necesidades y características propias de la línea de producción.

La propuesta del proyecto es un procedimiento que una revisiones de estudios acerca de progresos tecnológicos en sistemas de agitación con simulaciones y experimentos. Para garantizar que el equipo sea técnicamente factible y funcional, su diseño se fundamenta en los estudios y principios de la mecánica de fluidos, todo con el objetivo de abordar la problemática propuesta dentro de la empresa FishCorp S. A., así como para la industria pesquera ecuatoriana en general, se desarrolla esta tesis.

Antecedentes

Planteamiento del problema

Macro Contexto

La calidad de los productos es uno de los problemas que enfrenta la industria pesquera, sobre todo a la hora de rehidratar el camarón tras haber sido congelado, salado o refrigerado. Es fundamental para la venta en mercados internacionales que el peso y la textura del producto final se mantengan; por ende, este procedimiento es imprescindible.

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) indica que usar las tecnologías correctas es importante para garantizar que el procesamiento de productos del mar sea seguro y de alta calidad (FAO, 3 2020). El uso de sistemas que facilitan una rehidratación uniforme, como los agitadores mecánicos, favorece la producción creciente y el cumplimiento de las normativas internacionales relacionadas con la seguridad alimentaria (Alexopoulos et al., 2023).

Meso Contexto

En Ecuador la industria pesquera del procesamiento de camarón constituye a uno de los principales sectores de exportación económicos del país no obstante durante las etapas de descongelación y secado se generan mermas significativas que afectan la calidad final del producto y su competitividad en el mercado.

Empresas como FishCorp S.A. enfrentan este problema debido a la pérdida de agua del camarón, lo que reduce su peso y altera la textura del producto, por ende la implementación de equipos de agitación adecuados durante el proceso de rehidratación permitirá mejorar la retención de agua y preservar las características organolépticas del producto final.

De acuerdo con Chen, L., et al. (2022), la aplicación de tecnologías de procesamiento adecuadas que controlan la distribución de agua y previenen la degradación, permiten preservar la textura del camarón y reducir las pérdidas de peso durante su procesamiento y almacenamiento, los cuales son los factores más importantes para

cumplir con los estándares exigidos por mercados internacionales como Estados Unidos y Europa.

Micro Contexto

En la ciudad de Manta, provincia de Manabí, una parte importante de la actividad productiva del sector está orientada hacia la pesca y al procesamiento de productos del mar como lo es el camarón. Este tipo de empresas enfrenta problemas recurrentes asociadas a la pérdida de peso y al deterioro de la calidad del producto durante las etapas de procesamiento. La incorporación de sistemas de agitación para la rehidratación del camarón se presenta como una alternativa técnica viable para reducir la merma del peso, ya que favorece una humectación más uniforme y en comparación al proceso manual esto contribuyendo a la obtención de un producto final más homogéneo.

En la elaboración de camarones, en procesos como descongelamiento, secado o desalado, se pierde mucho peso. Chen, L. et al. (2022) señalan que los daños por descongelación pueden deteriorar la calidad del producto, alterando su sabor y textura. González et al. (2021) señalan que en la descongelación industrial se puede llegar a perder hasta un 12% del peso, lo cual el camarón se suaviza y pierde peso, deteriorando el producto final influyendo en los aspectos como la jugosidad y el sabor, los cuales definen la aceptabilidad por parte del consumidor.

FishCorp S. A. rehidrata de manera manual para compensar las pérdidas de peso pero esta requiere estar el producto expuesto mucho tiempo , por lo que requiere la maquinaria adecuada para garantizar la calidad y reducir el tiempo de exposición. Roldán y Pérez (2022) señalan que los equipos de rehidratación controlada son una alternativa para procesar productos dando una textura y sabor más uniformes. El diseño y la implementación de estos equipos de agitación controlada han logrado resultados positivos en la transformación de productos del mar. Un buen sistema de agitación reduce tiempos y costos, garantiza una rehidratación homogénea, mejora la textura y disminuye la formación de grumos (López et al., 2019).

Formulación del problema

¿De qué manera el diseño de un equipo de agitación mejoraría la rehidratación del camarón en la línea de producción de FishCorp S. A. y garantizar la homogeneidad del producto final?

Preguntas directrices

¿Cuáles son las condiciones óptimas para la crianza, pesca, transportación y procesamiento del camarón en la industria ecuatoriana, y cómo impactan en la eficiencia de la producción?

¿Qué características técnicas y operativas deben analizarse en el proceso de rehidratación en la línea de producción de camarón para definir los requisitos de diseño del equipo de agitación?

¿Cómo se debe proceder con el dimensionamiento del agitador para asegurar un rendimiento eficiente en las operaciones de rehidratación en la línea de producción de camarón?

¿Qué medidas y componentes clave deben considerarse en el esquema mecánico del equipo de agitación para garantizar que cumpla con los estándares de operación en la industria del camarón?

¿Cuáles son los elementos principales que deben incluirse en el presupuesto para la construcción del equipo de agitación, y cómo se optimizan los costos sin comprometer la calidad y funcionalidad del mismo?

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar el diseño de un equipo de agitación para ser utilizado en la rehidratación del camarón como parte de las operaciones en la línea de producción de la empresa FISHCORP S. A., optimizando el tiempo de operación y garantizando la homogeneidad del producto final, acorde a las normativas de calidad y los requisitos de producción de la empresa.

Objetivos Específicos

- Investigar sobre las condiciones de la crianza, pesca, transportación y procesamiento del camarón en la industria ecuatoriana.
- Analizar las características técnicas y operativas de la operación de rehidratación en la línea de producción de camarón para definir los requisitos técnicos de diseño del equipo de agitación.
- Realizar el dimensionamiento del agitador que será utilizado en las operaciones de la línea de camarón.
- Esquematizar el diagrama mecánico con las medidas pertinentes para el equipo.
- Elaboración del presupuesto para la construcción del equipo.

Justificación

Las empresas del sector pesquero no están excluidas de enfrentar desafíos relacionados con la pérdida de peso y calidad de su producto durante las etapas de procesamiento, en especial cuando se trata de este tipo de producto que tiende a degradarse sino se lo trata como es debido.

Para FishCorp S.A. las cosas son más complicadas ya que no cuenta con un equipo apropiado para mezclar en el proceso de rehidratación. Esto tiene un impacto negativo en la calidad y uniformidad del valor en el producto final basado en esto se necesita contar con un equipo de agitación que permita una rehidratación adecuada del camarón logrando una mezcla uniforme y una mejor textura. De esta manera se facilita la retención de agua y se contribuye a mantener la calidad del producto final.

Esta investigación se puede llevar a cabo debido a que es posible emplear este tipo de equipos que han demostrado ser eficaces en otros ámbitos y adaptarlas al proceso concreto de rehidratación del producto. Esto no solo beneficiará a la empresa, sino que también le permitirá competir de mejor manera en los complejos mercados internacionales, como los europeos y los estadounidenses, lo cual fortalecerá la industria pesquera ecuatoriana en su conjunto.

La investigación sugiere una perspectiva integral para el diseño de equipos de agitación combinando la teoría con la práctica. Esta combinación será útil para evaluar la efectividad del equipo en términos de la homogeneidad de la mezcla y el consumo energético. Esto producirá información sumamente valiosa que tiene la posibilidad de ser utilizada para crear sistemas similares en el sector alimentario con el objetivo de optimizar la calidad y la uniformidad de los productos finales.

Este trabajo se centra en examinar los procesos actuales, la documentación pertinente y llevar a cabo observaciones internas para aplicar criterios que la planta ha validado en sus procesos. Por esto razón, no se tomara en cuenta las encuestas ni las entrevistas.

Capítulo 1

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

Marín Rodríguez et al. (2023) en Huacho Perú desarrollo el estudio titulado "Diseño e implementación de un agitador orbital a bajo costo para laboratorios" con el objetivo de diseñar e implementar un agitador orbital de bajo costo. La investigación se basó en una metodología experimental que involucró el diseño y pruebas de prototipos. Se logró construir un agitador con un rango de RPM de 0 a 350 a un costo de USD 153.50. Los resultados mostraron que el agitador fue eficiente y se recomendó utilizar dos fuentes de alimentación separadas para evitar conflictos de voltaje y corriente.

En Pereira Colombia Quintero et al. (2015) desarrolló el estudio "Diseño de homogeneizadora para procesar remanentes de aguacate Hass en la asociación Horfrubella de Pereira". Se buscó crear una máquina para procesar aguacate Hass mediante un procedimiento inductivo donde muestra sus hallazgos indicaron que el modelo desarrollado era viable en términos financieros con un retorno de la inversión en menos de 12 meses. El autor propuso mantener el equipo de manera periódica sobre todo las secciones más relevantes y analizar nuevas tecnologías de control para optimizar la automatización.

En la ciudad ecuatoriana de Riobamba, Minda Costa, et al. (2023), llevaron a cabo una investigación a la que denominaron "*Diseño, simulación y construcción de una máquina agitadora de barriles tipo KEG de almacenamiento de cerveza artesanal para la carbonatación forzada mediante gas carbónico (CO₂)*". Se buscó diseñar un dispositivo que optimizara la carbonatación forzada de las bebidas alcohólicas. La investigación hizo uso de la modelación CAD, el análisis de elementos finitos (MEF) y los ensayos de laboratorio. La máquina cumplía con los estándares de eficiencia porque era fácil de usar y compacta, según lo indicaron en sus resultados. Con el objetivo de optimizar la gestión del procedimiento y realizar ensayos más extensos para conseguir resultados más satisfactorios, se sugirió incorporar un cronómetro digital.

Sánchez Moya et al. (2014) llevaron a cabo una investigación en Riobamba, Ecuador,

titulada "*Diseño y construcción de un mezclador para la obtención de crema solar*". Su propósito fue formar un equipo para producir crema solar que satisfaga las regulaciones cosméticas. La metodología empleada abarcó métodos tanto teóricos como experimentales. Los hallazgos indicaron que el equipo cumplió con las normas NTE INEN 093:2013 y tuvo un rendimiento del 90.9%. Se propuso mejorar el rendimiento del equipo mediante la automatización del control de procesos y el mantenimiento periódico del equipo.

Realizaron una investigación en Quito, Ecuador, Erazo Soria et al. (2011), llevaron a cabo el estudio titulado "*Diseño y construcción de una mezcladora industrial para la elaboración de vino de frutas con capacidad de 2000 litros*", este estudio tuvo como finalidad optimizar la elaboración de vino de frutas empleando un agitador industrial. Llevaron a cabo un análisis de costos y pruebas en el campo mediante la aplicación de un método comparativo. Los hallazgos indicaron que el agitador optimizó la calidad del artículo y elevó en un 70% la capacidad productiva.

Se determinó que era necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo y garantizar una adecuada fuente de energía eléctrica. Los estudios consultados muestran que se tiende a desarrollar y diseñar equipos de agitación para ser usados en laboratorios y en la producción a gran escala. Algunos autores destacan la importancia de una buena combinación de los elementos y la disminución en el tiempo de algunos procesos mientras que otros indican la posibilidad de construir mezcladores efectivos y de bajo costo. El mantenimiento preventivo y la automatización prolongan la vida útil de los equipos y mejoran la calidad del producto final.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Introducción sobre la agitación en Fluidos

La agitación de fluidos es un proceso esencial en la ingeniería de procesos, fundamental para garantizar la homogeneidad de mezclas, optimizar la transferencia de calor y masa, y facilitar reacciones químicas. Esta operación es clave en la mayoría de los sectores industriales, incluyendo la industria química, farmacéutica, alimentaria y petroquímica. Su finalidad no se limita únicamente a la mezcla de diferentes componentes, sino que también incluye la dispersión de partículas, la emulsificación de líquidos inmiscibles y la suspensión de sólidos. En términos generales, la agitación busca generar un estado homogéneo dentro del sistema, asegurando así una distribución uniforme de los componentes, lo que tiene un impacto directo en la calidad y eficiencia del proceso (García, 2022).

1.2.1.1 Definición de agitación y el tipo de flujo

La agitación es el movimiento que se le imprime a un fluido para mezclar o poner en contacto fases diferentes (Castillo, 2023). En las industrias se agita con agitadores giratorios de impulsores. Este proceso refina el producto y disminuye los costos de producción. La agitación evita la sedimentación y homogeniza los reactivos, lo cual es indispensable para procesos eficientes (Martínez, 2019).

En un sistema turbulento, el flujo y la turbulencia dictan el resultado. Estos parámetros dependen del propulsor, la geometría del tanque y las características del líquido (viscosidad, densidad, etc.). La agitación no sólo persigue la mezcla física, sino también la transferencia de energía y de materia. En las reacciones químicas la agitación asegura que los reactivos se mezclen y reaccionen entre sí, acelerando la reacción y haciéndola más efectiva (Pérez, 2022).

1.2.1.2 Tipos de agitación

Hay varias maneras de agitación, cada una hecha para lograr metas específicas. Los tres tipos más importantes son la agitación radial, la tangencial y la axial. Cada una de estas clases crea un patrón de flujo diferente que impacta la efectividad del proceso de una manera particular (Fernández, 2000).

Movimiento axial: La turbulencia genera un flujo paralelo al eje del agitador favoreciendo el movimiento vertical del líquido. Se aplica en procesos que exigen dispersión uniforme de partículas y buen flujo en especial en tanques profundos. La agitación axial es una forma común de mezclar líquidos de baja viscosidad y de mantener sólidos en suspensión. Su diseño garantiza la mezcla en el tanque evita la estratificación térmica (Rivas 2022) y contribuye a la distribución del calor.

Agitación radial: La agitación radial a diferencia de la agitación axial produce un flujo que se mueve de forma perpendicular al eje del agitador. Este tipo de movimiento genera mayores fuerzas de cizallamiento por lo que se utiliza en procesos donde es necesario dispersar un fluido dentro de otro como en la formación de emulsiones o en la mezcla de gases con líquidos. Los agitadores radiales son comunes en operaciones que requieren una alta transferencia de masa como las reacciones químicas heterogéneas.

Agitación tangencial: La agitación tangencial crea un movimiento alrededor del eje del tanque generando un flujo rotatorio ideal para procesos de temperatura uniforme. En procesos como la cristalización en el que se busca tener la menor interacción con las paredes del tanque para evitar cristales no deseados (Santos 2021) este tipo de agitación es favorable.

1.2.2 Agitadores mecánicos

1.2.2.1 Definición

Los agitadores mecánicos inducen el movimiento de un fluido mediante impulsores que giran sobre un eje. Los impulsores transfieren energía al líquido generando patrones de flujo según el tipo de impulsor y la configuración del tanque. Los agitadores mecánicos son esenciales para mezclar reactivos mejorando la homogeneidad y optimizando el rendimiento (Ayala 2022).

Los agitadores mecánicos son relevantes porque alteran y regulan la intensidad de la agitación según el proceso optimizando la distribución de temperatura en sistemas que requieren transferir calor eficazmente. El agitador es clave en la fermentación ya que mantiene la temperatura y asegura la distribución del oxígeno disuelto lo que es esencial para la supervivencia de los microorganismos presentes en el proceso.

1.2.2.2 Tipos de Agitadores e Impulsores

Los agitadores se categorizan según el tipo de flujo y la finalidad en el cual sean usados. De acuerdo con Ricaurte (2022), los impulsores se clasifican en paletas, hélices y turbinas, cada uno posee características para usos específicos.

Agitadores de hélices: Los agitadores axiales, como las hélices marinas, son perfectos para mezclar fluidos de baja viscosidad los cuales generan un flujo que previene la separación de fases. Estos agitadores crean un flujo axial que favorece la circulación vertical y mantienen sólidos en suspensión y líquidos en mezcla en movimiento constante.

Agitadores de turbina: Los agitadores de flujo radial, como las turbinas Rushton siendo la más común de este tipo, bombean en dirección perpendicular hacia el eje generando cizallamiento en las paredes, la cual se requiere para dispersar fases inmiscibles (emulsiones o gases en líquidos). Estos agitadores crean turbulencia y son utilizados en procesos donde se necesita alta transferencia de masa, como dispersión de gases en líquidos y emulsificación (Ramírez, 2021).

Agitadores de paletas: Se emplean para mezclar fluidos altamente viscosos, obteniéndose una mezcla total sin vórtices. Los agitadores ancla e impulsores de

paleta se aplican en fluidos de alta viscosidad, como alimentos espesos, pinturas o adhesivos. Estos agitadores aseguran la homogeneización en el tanque y eliminan puntos muertos (Linares, 2021).

1.2.3 Fundamentos del Proceso de Rehidratación

1.2.3.1 Definición y factores que afectan el proceso de rehidratación

La rehidratación es la adición de agua a un alimento deshidratado para recuperar su textura, sabor y nutrientes (Vázquez, 2021). La rehidratación es importante en la industria alimentaria porque restaura las propiedades de los alimentos deshidratados, haciéndolos más atractivos al consumidor. En la deshidratación, los alimentos pierden agua, modificándose sus características físicas y químicas. La rehidratación intenta restaurar esas características.

La rehidratación es importante por la calidad y nutricional, al poder determinar la capacidad de los alimentos para absorber agua y recuperar sus nutrientes. La rehidratación puede ser un indicador de que tan efectiva fue la deshidratación; si un alimento se rehidrata adecuadamente es que fue deshidratado sin destruir sus células (Flores, 2020).

La rehidratación está influenciada por la temperatura, la concentración del soluto y el tiempo de exposición (Lemus, 2019). La temperatura de rehidratación influye en la absorción del alimento; una temperatura mayor favorece la difusión del agua en el alimento. Las altas temperaturas destruyen la estructura del alimento, cambian su textura y lo deterioran.

La concentración del soluto es determinante, ya que la presencia de la capacidad del alimento se puede reducir al incorporar sales u otras sustancias en el agua. El tiempo de exposición define la rehidratación; generalmente, a mayor tiempo mayor absorción de agua, pero también puede provocar lixiviación de componentes solubles y disminuir el valor nutritivo de la comida. Otros factores que intervienen son la presencia, el tamaño de las partículas y la porosidad del alimento, que dificultan la penetración de agua (Ortiz, 2021).

1.2.3.2 Rehidratación en el Camarón

En el sector alimentario, es de suma importancia la rehidratación del camarón, pues

contribuye a restaurar el sabor, la textura y la apariencia del producto tras haber sido deshidratado. De acuerdo con Rodríguez (2023), quien cita a Ochoa (2021), el tratamiento osmótico y las condiciones de secado tienen un gran impacto sobre la rehidratación de productos como los camarones. La rehidratación tiene como objetivo recuperar la estructura celular del camarón deshidratado, que fue modificada durante el proceso de secado, con el fin de que el producto tenga una textura y una consistencia similares a las del camarón fresco.

Se ha notado que cuando se emplean diversas temperaturas durante el proceso de deshidratación, se modifica tanto la textura como el sabor del camarón rehidratado. Con respecto a estos puntos, las temperaturas que oscilan entre $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ generan los resultados óptimos (Jiménez, 2020). Asimismo, el tratamiento osmótico previo al secado puede optimizar la rehidratación porque contribuye a preservar la estructura celular y disminuye los daños causados por la escasez de agua. Para garantizar que la calidad microbiológica del camarón es la correcta, es fundamental realizar adecuadamente el proceso de rehidratación. Un camarón que no se ha rehidratado de manera adecuada tiene mayor probabilidad de presentar un crecimiento microbiano.

1.3 Marco Conceptual

Este marco conceptual establece las definiciones y principios fundamentales que sustentan la investigación orientada al diseño de un sistema de agitación para el proceso de rehidratación del camarón en la planta procesadora FishCorp S.A. El objetivo de este apartado es delimitar técnicamente los conceptos clave vinculados al proceso industrial de tratamiento de camarón, al comportamiento hidráulico del sistema y a los criterios de diseño mecánico aplicables.

Rehidratación:

La rehidratación en agua marina restaura el agua que pierde el camarón al congelarse o deshidratarse. Este proceso regresa las características físicas del producto: textura, firmeza, peso y apariencia. La eficacia depende de la solución de rehidratación, el tiempo de inmersión, la temperatura y el movimiento. Movimiento que se genera por máquinas o equipos para mezclar o mover materiales.

La agitación es el movimiento que se le aplica a un fluido para mezclarlo homogeneizarlo o ponerlo en contacto con los sólidos. En sistemas industriales se agita con propulsores acoplados a motores eléctricos que al girar generan patrones de flujo. Los flujos pueden ser axiales, radiales o mixtos en función de la forma del impulsor y de la configuración del mismo.

Dinámica de fluidos computacional (CFD):

La dinámica de fluidos computacional es una herramienta de simulación numérica que permite modelar el comportamiento de fluidos en sistemas complejos prediciendo la distribución de velocidades presiones zonas muertas turbulencia y otros parámetros críticos. Esta metodología es ampliamente utilizada en el diseño de equipos industriales ya que permite visualizar el comportamiento del sistema antes de su fabricación y realizar ajustes estructurales sobre la base de resultados cuantitativos.

Homogeneidad del mezclado:

La homogeneidad en un sistema de agitación se refiere a la distribución uniforme de solutos, temperatura y movimiento dentro del volumen de trabajo. En el caso del camarón, este principio garantiza que cada unidad del producto tenga el mismo

contacto con la solución hidratante, evitando zonas de subtratamiento o sobreexposición. Lograr una agitación homogénea mejora la calidad final del producto y la consistencia entre lotes.

Zonas muertas y eficiencia hidráulica:

Las zonas muertas son espacios dentro del tanque donde no se genera circulación entre el fluido y el impulsor todas estas áreas afectan la eficiencia del proceso de mezcla y son indicadores de un mal diseño hidráulico. La eficiencia hidráulica se define como la capacidad del sistema de mantener movimiento uniforme en todo el volumen del líquido en el tanque reduciendo tiempos de proceso y optimizando el consumo energético de la maquina.

Calidad del camarón procesado:

La calidad del camarón depende de parámetros como textura, color, sabor, peso neto y ausencia de defectos físicos todos estos factores a su vez están influenciados por el proceso de rehidratación el tipo de presentación (Shell-On, P&D, Butterfly) y las condiciones térmicas del tratamiento. La implementación de un sistema de agitación adecuado contribuye a preservar dichas características y asegurar la aceptación comercial del producto final.

Eficiencia operativa:

Este concepto se refiere a la relación entre el rendimiento del sistema y los recursos utilizados para poder alcanzar el diseño del equipo con tal que la eficiencia se mida en términos de consumo energético tiempos de proceso costos de operación y facilidad en el mantenimiento. Un sistema eficiente es aquel que logra los objetivos de calidad del producto con el menor uso posible de recursos físicos económicos y humanos.

Normativas de calidad industrial:

El diseño del equipo propuesto debe considerar los principios establecidos por normativas técnicas y sanitarias como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) el sistema HACCP y los estándares del Codex Alimentarius. Estos marcos normativos garantizan que el diseño del equipo de agitación cumpla con los requisitos de

inocuidad, trazabilidad y desempeño técnico exigidos por el mercado o cliente.

1.4 Marco Legal y Ambiental

Existen normas y reglamentos que deben considerarse al crear y fabricar equipos industriales, particularmente aquellos que se emplean para procesar alimentos. El propósito de estas normas es garantizar la calidad del producto, la eficacia en los procesos y la seguridad alimentaria, tal como señala la norma ISO 22000 para sistemas de gestión de seguridad alimentaria. Cabe mencionar algunas de las normas y reglamentos de la constitución de la república del Ecuador:

CODEx CAC/RCP 52: El conjunto de directrices de la Comisión del Codex Alimentarius que establece prácticas recomendadas para la higiene en la producción y el procesamiento de alimentos de origen animal. Su propósito es asegurar la seguridad alimentaria en cada etapa de la cadena de suministro, desde que se produce el alimento hasta que se consume.

1.5 Hipótesis y Variables

1.5.1 Hipótesis

El diseño e implementación de un sistema de agitación automatizado basado en criterios técnicos, parámetros hidráulicos y simulación computacional permitirá mejorar la homogeneidad del proceso de rehidratación del camarón, optimizando el uso de recursos operativos y elevando la calidad del producto final en la planta procesadora FishCorp S.A.

1.5.2 Identificación de las Variables

- **Variable Independiente:** Diseño del sistema de agitación (configuración técnica, tipo de impulsor, velocidad, volumen de carga, potencia del motor, geometría del tanque, tipo de flujo inducido)
- **Variable Dependiente:** Eficiencia del proceso de rehidratación (homogeneidad de mezcla, tiempo de exposición, distribución del fluido, recuperación de peso, consumo energético estimado)

1.5.3 Operacionalización de las Variables

1.5.3.1 Descripción operativa de la Variable Independiente

Tabla 1. Descripción de la Variable Independiente

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Técnica de medición
Tipo de impulsor	Configuración axial, radial o mixta	Tipología estructural	Simulación CFD
Velocidad de agitación	Revoluciones por minuto (RPM)	RPM	Simulación computacional
Potencia del motor	Capacidad energética requerida	Kilovatios (kW)	Cálculo técnico
Geometría del	Forma (cilíndrica, cúbica,	Configuración	Modelado CAD

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Técnica de medición
tanque	truncocónica)	física	
Volumen de carga	Capacidad máxima operativa	Litros (L)	Parámetro de diseño
Tipo de flujo generado	Axial, radial o combinado	Patrón de flujo	Análisis de simulación

1.5.3.2 Descripción operativa de la Variable Dependiente

Tabla 2. Descripción de la Variable Dependiente

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Técnica de medición
Tipo de impulsor	Configuración axial, radial o mixta	Tipología estructural	Simulación CFD
Velocidad de agitación	Revoluciones por minuto (RPM)	RPM	Simulación computacional
Potencia del motor	Capacidad energética requerida	Kilovatios (kW)	Cálculo técnico
Geometría del tanque	Forma (cilíndrica, cúbica, truncocónica)	Configuración física	Modelado CAD
Volumen de carga	Capacidad máxima operativa	Litros (L)	Parámetro de diseño
Tipo de flujo generado	Axial, radial o combinado	Patrón de flujo	Análisis de simulación

1.6 Marco Metodológico

1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación

El diseño del equipo de agitación eficiente para el proceso de rehidratación en la línea de producción de camarón en FishCorp S. A. se realiza bajo una modalidad mixta que integra investigación bibliográfica-documental y un componente experimental, proporcionando un enfoque robusto para garantizar la efectividad y viabilidad del sistema propuesto.

Lo primero es sumergirse en documentos y artículos. "Es recopilar y analizar información académica y técnica para armar el equipo". En la industria alimentaria se deben de actualizar los estándares de limpieza y calidad, las normas de producción, las evaluaciones sobre sistemas de agitación y los últimos estudios científicos. El corpus bibliográfico analizado está compuesto por revistas científicas (por ejemplo, Chemical Engineering Research and Design, Journal of Food Engineering) que intentan estudiar procesos a nivel industrial. Estos manuales abarcan las últimas tecnologías y mejores prácticas para el manejo de fluidos. Esta revisión es importante porque asegura que la configuración del equipo se alinee con las mejores prácticas de la industria (Rojas & Carrillo, 2021).

Los documentos revisados incluyen fichas técnicas de equipos comerciales a la venta, manuales de proveedores, planos con especificaciones de sistemas de agitación (tipo de impulsor, motor, materiales, etc), dando un punto de vista para elegir las mejores opciones del equipo que se encuentran en el mercado.

Deben actualizarse las normas de calidad e inocuidad alimentaria en los documentos. Estos estándares incluyen ISO 22000, los requisitos para los sistemas de gestión de seguridad alimentaria, y los principios de HACCP. Al aplicar estos métodos en la capacitación del personal, se asegura que el sistema alcance estándares internacionales de calidad e higiene y que la producción de alimentos sea segura (Fernández & Pérez, 2022). Implica superficies limpias y lisas, partes desmontables y lavables, materiales que no reaccionen ante los productos. García (2011) y López (2021) señalan que se deben considerar los estándares de otras investigaciones para garantizar que se sigan las medidas de seguridad.

Se revisarán artículos y libros para estar al día en nuevas tecnologías, sistemas automatizados y sensores inteligentes estas nuevas tecnologías refinan el proceso de mezclado y minimizan el consumo energético en el diseño del equipo que se propone. La eficiencia se mejora al graduar la potencia del motor en función de los sensores de velocidad y par del motor que se emplea en el equipo (Ramírez et al., 2021).

La investigación experimental es la segunda parte del estudio y sirve para comprobar si lo teórico funciona en la práctica. En esta etapa se usan simulaciones computacionales y pruebas controladas para ver cómo se comporta el equipo de agitación en condiciones parecidas a las reales.

La simulación de fluidos computacional o CFD será clave en esta fase. El comportamiento del fluido en el tanque agitado se simula con un software de CFD disponible para poder estudiar la distribución de velocidades, zonas muertas y eficiencia de mezclado propuesto en los cálculos. Hernández y Salgado (2021) señalan que las simulaciones CFD son fundamentales para desarrollar equipos de agitación los cuales permiten optimizar la configuración del equipo y prever problemas antes de construir el equipo teniendo en cuenta los cálculos previamente realizados del mismo.

En este proyecto las simulaciones se realizarán para probar diferentes tipos de impulsores y determinar cuál será la opción más viable para garantizar una mezcla homogénea en el menor tiempo posible y con el menor consumo de energía. Se analizará parámetros como tamaño y forma del impulsor, velocidad de agitación y posición del impulsor dentro del tanque.

Se adecuarán para un diseño eficiente y viable que cumpla con el proceso de rehidratación dentro de la línea de proceso de la planta. El diseño del equipo de agitación se hará mediante modelado CFD. Este tipo de software simula el comportamiento del fluido, anticipando la dispersión del movimiento hidráulico, identificando las zonas muertas o de baja turbulencia y determina la eficiencia de mezcla sin la necesidad de construir un prototipo.

Las simulaciones computacionales visualizarán en 3D el flujo del tanque en función del impulsor usado así como dimensiones y otras variables como la velocidad angular,

geometría del tanque, volumen del tanque, densidad de la solución rehidratante y comportamiento del mismo. De esta manera se puede tener una aproximación para poder realizar los cambios estructurales al diseño antes de siquiera construirlo, teniendo la ventaja de optimizar los recursos económicos del proyecto.

Según Martínez y López (2021), las herramientas CFD son cruciales para diseñar equipos industriales, validar conceptos, reducir el tiempo de desarrollo y evitar errores de diseño sin simulación previa. En FishCorp S.A., esta metodología dará un soporte para asegurar que el equipo de agitación cumpla con la homogeneidad, eficiencia y flexibilidad del proceso. El análisis de los resultados de las simulaciones se considerará la velocidad de agitación, la potencia por ciclo, el tiempo necesario para obtener una mezcla uniforme y la distribución del líquido en el tanque. Se compararán estos resultados con estándares simulados con lo teórico calculado para asegurarse de que el diseño propuesto cumpla con los requisitos de funcionamiento y rendimiento previstos.

La conexión entre la investigación bibliográfica-documental y la experimental se explica por el tipo de problema que se debe resolver. El proceso dentro de la planta se tiene muchas variables que deben tomarse en cuenta y controlarse para garantizar su eficacia y la calidad del producto final. La revisión de textos y artículos ofrece una base teórica para reconocer buenas prácticas y nuevas tecnologías para poder ser aplicadas en situaciones simuladas y controladas.

Esta metodología también reduce riesgos al crear un nuevo equipo de agitación. Con un prototipo listo, se pueden modificar los diseños antes de la construcción final. Así se forma un equipo que cumple con los estándares de calidad, eficiencia y seguridad de FishCorp S. A. Estudios recientes (Ramírez y Domínguez, 2023) demuestran que revisar la literatura y hacer pruebas repetitivas son las mejores maneras de crear equipos industriales eficientes y confiables. La integración de los resultados obtenidos en la fase documental y experimental es un aspecto crítico de este proyecto.

Por otro lado la revisión bibliográfica proporciona una comprensión teórica de los principios de agitación y dinámica de fluidos, así como información sobre las mejores prácticas y tecnologías disponibles en la actualidad, por otro lado la simulación permite validar y ajustar estos conceptos teóricos.

La etapa de documentación, por ejemplo, puede ayudar a que se mezclen mejor. Pero el análisis puede revelar que otro motor es más apropiado, dadas las características de la planta. Fernández y Pérez (2022) indican que la integración de las etapas de la investigación permite formar equipos ajustados a cada tipo de producción y que cumplan con los estándares de la industria. Asegura la vinculación entre teoría y práctica, con una estructura que se ajusta a las necesidades de FishCorp S. A.

Un gran problema es hacer que coincidan los resultados teóricos y experimentales, ya que lo que se obtiene experimentalmente no siempre se ajusta a lo que se puede predecir teóricamente. Para tomar en cuenta esta parte el software de CFD se aplicará una metodología iterativa en la que se harán pequeños o grandes cambios en el equipo a partir de las pruebas simuladas en el software, para cumplir con el objetivo propuesto de un diseño resistente y apropiado para operar en las condiciones de la planta".

En resumen esta investigación emplea un diseño de investigación mixto que combina de una manera u otra los métodos documentados y experimentales. Este método asegura que el producto final cumpla con las demandas en términos conceptuales, prácticos y legales para el cual se diseñaron, evaluando los resultados antes y después de implementar el equipo, es recomendable examinar los procesos existentes y definir métricas de rendimiento.

1.6.2 Enfoque

La investigación que se desarrolla tiene como propósito establecer los fundamentos técnicos y operativos para el diseño de un sistema de agitación que garantice homogeneidad, eficiencia hidráulica y cumplimiento de estándares de calidad en el proceso de rehidratación de camarón en la planta de FishCorp S.A. Este planteamiento surge de la necesidad de optimizar una fase crítica del proceso industrial, en la cual intervienen variables físicas, energéticas y de transferencia de masa que inciden directamente en el rendimiento y la calidad del producto final.

En ese contexto, la investigación adopta un enfoque cuantitativo de tipo técnico-experimental, basado en el análisis de parámetros operativos específicos que permiten caracterizar el comportamiento del sistema actual y proyectar las condiciones ideales de operación del equipo propuesto. Este enfoque se justifica

debido a que la naturaleza del estudio no contempla la recolección de datos primarios mediante métodos cualitativos, como encuestas, entrevistas o grupos focales, sino que se orienta al procesamiento de información técnica ya existente, revisión de literatura especializada, análisis de procesos internos de planta y simulación computacional.

El desarrollo de la propuesta se sustenta en el tratamiento de datos propuestos por equipos comerciales que cumplen la misma finalidad de lo cual se realiza esta investigación. Entre las variables consideradas se incluyen: la potencia requerida por el motor en función del volumen de líquido y masa en el tanque, del tipo de impulsor elegido, la velocidad de rotación necesaria para generar flujo turbulento homogéneo sin provocar daños al producto, el tiempo de agitación efectiva para alcanzar una distribución uniforme del soluto o sales usadas en este proceso manualmente, el consumo energético proyectado por unidad de operación y los costos asociados a la implementación este enfoque cuantitativo, la operación y mantenimiento del equipo.

El propósito de este enfoque donde se combina la transferencia de masa, la mecánica de fluidos, el estudio de costos y la ingeniería de procesos, es formar un equipo que opere sin problemas la máquina. Para determinar la eficacia del sistema en diversas circunstancias, optimizar el uso de personal y señalar zonas donde no funciona o se pueda mejorar.

Los simuladores de computadora pueden crear situaciones virtuales de agitación al modificar factores como el lugar donde se encuentra el tanque, la cantidad del líquido a llenar, las propiedades del líquido y el lugar en que está el eje. En ingeniería industrial se ha evidenciado que este procedimiento resulta beneficioso, pues optimiza los diseños antes de la producción y disminuye la demanda de costosas pruebas y prototipos físicos. García (2011) y Pérez (2022) afirman que los diagramas de flujo de datos (CFD) contribuyen a prever conductas difíciles en sistemas industriales. Esto contribuye a tomar decisiones más exactas durante las fases tempranas del diseño.

Para examinar la información, se emplearán estadísticas descriptivas e inferenciales. Se aplicarán métodos descriptivos para ilustrar en forma gráfica las variables, sus tendencias y los valores de referencia. Las técnicas de inferencia se centrarán en

estudiar la correlación entre las variables y validar el modelo propuesto. Verifique que las resoluciones sobre el diseño se fundamenten en datos mensurables y que respeten los principios de sostenibilidad, funcionalidad y eficiencia energética. Este análisis propone una solución concreta para un problema de ingeniería, enfocándose en el lado técnico y desconsiderando los factores cualitativos. Se enfoca en la práctica de la solución. El método posibilita abordar el problema de forma analítica y objetiva, apoyándose en hechos que se pueden verificar, sin utilizar puntos de vista individuales.

1.6.3 Nivel de Investigación

La investigación es de tipo descriptiva y correlacional, lo que permite establecer la relación entre variables. En este lugar definimos la estructura del sistema, los materiales, las propiedades y especificaciones técnicas para obtener una mezcla homogénea. Identificar las especificaciones y características del sistema de agitación y los factores que influyen en su desempeño en el proceso de rehidratación del camarón.

El equipo de agitación propuesto, con todas sus partes y la explicación de la función de cada una en el proceso, se detalla en el estudio descriptivo que se elaboró. Esto implica caracterizar los motores, hélices, sistema de control, sensores, etc., que componen la maquinaria. Como señalan Martínez y Gómez (2021), los equipos industriales se diseñan cuidadosamente; son una etapa fundamental de la producción. Esto nos permite entender y manipular todos los elementos que afectan la forma en que el sistema se comporta y se adapta al entorno de trabajo.

En este proyecto se describe cómo se hidrata el camarón y cómo el equipo de agitación contribuye a ello. La hidratación influye en la elaboración y en la calidad final. Deberán explicar y analizar de qué manera el diseño del agitador influye en el tiempo de rehidratación, homogeneización y consumo energético del proceso. Para realizar esta investigación se utilizarán softwares capaces de simular de forma precisa el sistema de agitación. Esto evitará experimentos de laboratorio, ahorrando recursos y tiempo. Las herramientas actuales para modelar, simular CFD y analizar estadísticamente datos.

La modelización informática es la principal herramienta de este estudio. Esto permite visualizar y analizar la forma en que se desplaza el fluido en el interior del tanque agitado, definiendo perfiles de velocidades, zonas muertas, niveles de turbulencia y eficiencia de transferencia de energía. Estos indicadores permiten evaluar la calidad de la mezcla generada y proponer mejoras en el diseño del sistema. La simulación se realizará en un software de mecánica de fluidos que tiene la capacidad de modificar el comportamiento del fluido en distintas condiciones de funcionamiento. Se variarán parámetros como la forma del impulsor, el volumen de carga, la velocidad de rotación y la forma del tanque, para hallar las mejores condiciones que garanticen una mezcla homogénea y un consumo eficiente de energía. Los resultados obtenidos serán analizados mediante técnicas estadísticas descriptivas, tales como cálculo de

promedios, rangos operativos, porcentajes de eficiencia volumétrica y generación de mapas de velocidad. Estas representaciones gráficas permitirán interpretar de manera clara y estructurada los efectos del diseño propuesto en el comportamiento del sistema, facilitando la toma de decisiones técnicas basadas en evidencia virtual.

De acuerdo con Fernández y Pérez (2022), el uso de simulaciones computacionales en el diseño de equipos industriales no solo mejora la precisión del diseño, sino que permite validar criterios operacionales sin recurrir a la construcción y prueba de prototipos físicos que talvez no lleguen a funcionar para el fin que estén destinados.

El nivel descriptivo es importante porque ayuda a explicar cómo es el equipo y cómo va a funcionar. En el caso del equipo de agitación se debe describir bien sus partes y cómo están hechas y dimensionadas porque nos permite entender si el diseño sirve para usarlo correctamente dentro de la planta y si va a trabajar como se espera.

López et al. (2021) han demostrado que el nivel descriptivo es importante porque ayuda a encontrar posibles problemas antes de usar el equipo y a comprobar que cumpla con lo necesario para trabajar bien. En este proyecto describir cada parte del equipo permitirá ver cómo influye en la rehidratación del camarón y asegurar que el diseño sea eficiente seguro y fácil de usar.

Capítulo 2

2 Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1. Descripción general de la empresa FishCorp S.A.

FishCorp S.A. se desenvuelve en una infraestructura de sesenta mil metros cuadrados, con tres bodegas industriales y una cámara frigorífica de tres mil toneladas métricas, que garantizan la conservación de la materia prima y el producto final. La planta cuenta con líneas para producir lomos y elaborar conservas enlatadas y en pouch, abarcando así distintos mercados. Completa su infraestructura con un barco atunero propio con capacidad para 180 toneladas, fortaleciendo su autonomía en el abastecimiento de materia prima de calidad.

Figura 1. Logo oficial de la empresa Fishcorp S.A.



2.1.1 Historia y desarrollo de la empresa

FishCorp S.A. fue fundada en el año 1996 en el cantón Jaramijó, provincia de Manabí, Ecuador, con el objetivo de incursionar en el mercado nacional como una empresa dedicada a la pesca y comercialización de camarón y productos marinos frescos. Con el paso del tiempo, la empresa experimentó un crecimiento significativo, lo que permitió diversificar su oferta productiva.

En 2008 FishCorp amplió su capacidad al iniciar en el procesamiento de lonjas de atún precocido empacado al vacío y congelado. Este cambio permitió aumentar la producción hasta alcanzar 25 toneladas diarias en la planta. Posteriormente en 2013 la compañía diversificó aún más su línea de productos al comenzar la producción de conservas de atún enlatado con presentaciones que varían entre 140 y 200 gramos alcanzando una capacidad de 4,000 cajas diarias.

En 2015 FishCorp expandió sus operaciones con una nueva línea de conservas en pouch de 1 3 y 7 kg expandiendo la capacidad productiva a 8 toneladas diarias. FishCorp S.A. exporta a 18 países de América y Europa. La empresa mantiene relaciones comerciales con empresas de la Comunidad Europea y países como Colombia Perú Chile Venezuela y Estados Unidos.

2.1.2 Ubicación geográfica y entorno productivo

La planta de FishCorp S.A. se ubica en el km 4 ½ vía Manta - Rocafuerte, en el cantón de Jaramijó de la provincia de Manabí en Ecuador. Ubicación destacada por tener un acceso directo al puerto de Manta agilizando la exportación. En este lugar se descarga materia prima fortaleciendo la eficiencia del suministro de pescado para la producción.

La cercanía a una zona industrial y al puerto proporciona una ventaja significativa, permitiendo una distribución eficiente de los productos tanto a nivel nacional como internacional

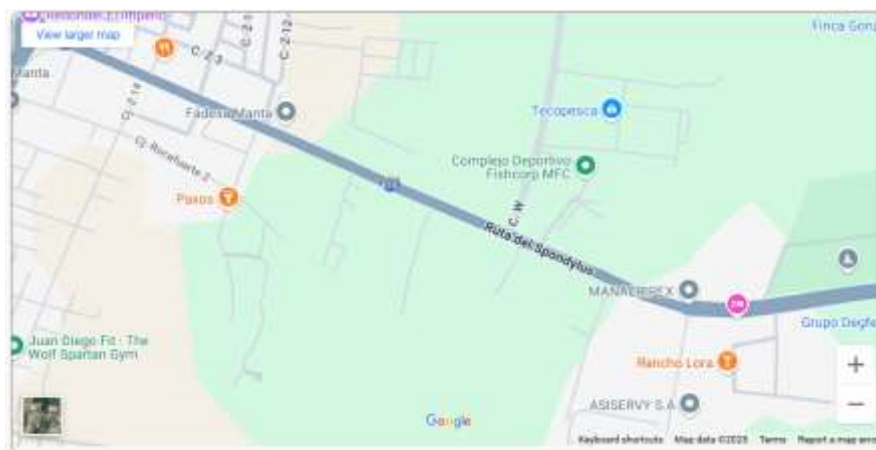


Figura 2. Ubicación Geográfica de la empresa Fishcorp S.A.

2.1.3 Organigrama básico funcional

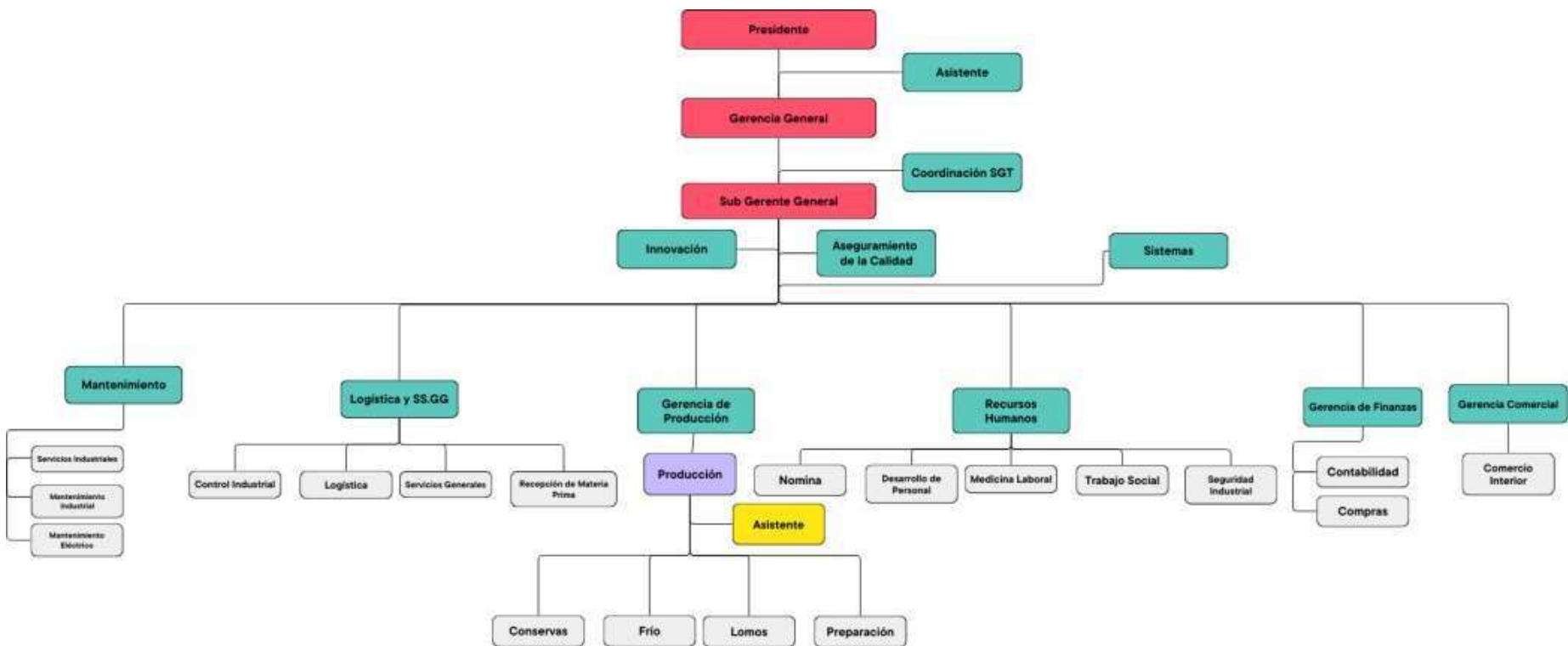


Figura 3. Organigrama funcional de la empresa Fishcorp S.A.

2.2. Normativas, cultura organizacional y portafolio de productos

FishCorp S.A. se desenvuelve bajo un sistema regulatorio alineado a estándares internacionales de seguridad alimentaria y sostenibilidad, en conjunto con una cultura corporativa de excelencia técnica, innovación y responsabilidad social. Desde 1996 la compañía se ha posicionado en el mercado nacional e internacional con una estrategia de rigor regulatorio, control de calidad, diversificación y compromiso ético..

2.2.1 Marco normativo y certificaciones internacionales

La empresa está certificada en alimentación y RSC con certificaciones como HACCP, FDA, BRC, BGS, IFS, BSCI, sello "Dolphin Safe", entre otras. Estos estándares son un reflejo de los estadounidenses y europeos. HACCP es un sistema preventivo para asegurar la inocuidad de los alimentos, basado en 7 principios: análisis de peligros, identificación de puntos críticos de control, vigilancia, medidas correctivas y verificación, controles microbiológicos, etiquetado y buenas prácticas. BRC, BGS e IFS certifican la seguridad y la calidad con auditorías independientes de normas internacionales. BSCI apoya la responsabilidad social en la cadena de suministro, los derechos laborales, la igualdad de género y la prevención del trabajo infantil.

Se sostienen políticas internas en la empresa como la prohibición de pesca con artes destructivas (aleteo de tiburón) y redes no enmalladas, en áreas de sostenibilidad o prohibidas por las autoridades pertinentes.

2.2.2 Cultura de calidad y procesos de control

Los valores corporativos, tales como responsabilidad social, transparencia, equidad e integridad, se reflejan en las estructuras corporativas internas, en canales de queja y sugerencia, y en los procedimientos disciplinarios y de mejora de la empresa. Según el sitio web institucional de la compañía promueve un "sistema de gestión integral" que incluye trazabilidad, innovación, protección ambiental y cultura ética.

Se desarrollan capacitaciones de inocuidad, BPM y POES, auditorías internas y revisión de indicadores técnicos. FishCorp controla el cumplimiento a través de temperaturas de cámaras frigoríficas, registros COCP y auditorías externas. Un departamento de control de calidad con auditores internos certificados en BPM,

HACCP e ISO 22000 garantiza una cultura de mejora continua en la que los errores se registran y se convierten en medidas correctivas.

2.3 Portafolio de productos: camarón y otras líneas

El portafolio de FishCorp va desde sus inicios con camarón y pescado fresco hasta líneas de atún altamente desarrolladas. La planta fue originalmente construida como procesadora de camarón, lo que demuestra que existe infraestructura y know-how en esa cadena productiva. Actualmente, se destacan las siguientes líneas productivas:

- Lomos de atún precocido, congelado al vacío individual (7,5 Kg) con una capacidad de producción de 25 toneladas diarias (a partir de diciembre de 2008).
- Conservas enlatadas (1/2 libra y de 140 a 200 g) que comenzaron en 2013 con una capacidad de 4000 cajas diarias.
- Pouch de atún en lomo (1, 3 y 7 kg) desde 2015 con capacidad de hasta 30 toneladas diarias.

Tras presentar las variedades de atún, se contiene FishCorp S.A. también ofrece una línea de productos de camarón, ajustada a las especificaciones solicitadas de cada cliente, como tipo de corte, presencia de cáscara, vena intestinal, cola, etc. Entre sus principales presentaciones se incluyen:

- **Shell-On (SO):** camarón con presencia de cáscara, sin cabeza, conservando su forma natural de la cola. Esta presentación es apreciada por su estética y resistencia, muy utilizado en mercados que exigen productos frescos o semielaborados para gastronomía.

Figura 4. Presentación Shell-On



- **Peeled and Deveined (P&D):** camarón pelado y desvenado, sin cola. Esta presentación es una de las más solicitadas en supermercados y distribuidores de alimentos listos para cocinar, ya que facilita la manipulación del producto sin necesidad de preparación previa.

Figura 5. Presentación P&D



- **Peeled Deveined Tail-On (PDTO):** similar a la presentación anterior, pero manteniendo la parte baja de la cola. Es altamente solicitado por el sector de hoteles, restaurantes y catering, dado que mejora la presentación de los platos preparados y las bandejas de servicio.

Figura 6. Presentación PDTO



- **Easy Peeled (EZ):** camarón que ha sido parcialmente pelado y desvenado, conservando una porción del caparazón el cual ha sido cortado a lo largo de la cola para facilitar su consumo por parte del consumidor. Este formato preserva la apariencia visual del producto al mismo tiempo que ofrece comodidad en el consumo.

Figura 7. Presentación EZ



- **Butterfly Cut o estilo Mariposa:** el camarón se abre longitudinalmente por la parte dorsal, se elimina la vena y se expone la cavidad central, lo que proporciona una presentación más atractiva y permite una cocción uniforme. En esta presentación se utiliza principalmente en la alta cocina o en la preparación de alimentos empanizados al estilo tempura.

Figura 8. Presentación Butterfly cut



- **Head-On (HO):** camarón entero con cabeza y cáscara. Esta presentación es prácticamente el camarón entero como en el momento que fue pescado donde se valora la frescura integral del crustáceo.

Figura 9. Presentación Head-On



Cada una de estas presentaciones implica un nivel distinto de procesamiento, lo que afecta directamente el rendimiento, el tipo de empaque y el tratamiento térmico o de congelación requerido. Por ejemplo, el camarón tipo mariposa requiere una operación

precisa de corte y control visual para mantener la simetría del producto, mientras que las presentaciones Easy Peeled o PDTO deben garantizar una retirada completa de la vena intestinal sin comprometer la estructura de la cola.

La línea de camarón, poco explicada en su página web, pero una línea robusta que incluye recepción, clasificación, pelado y desviscerado, enfriamiento, congelación IQF, empaque y etiquetado con los mismos estándares de la industria atunera. Según los perfiles de los empleados, se definen controles específicos de producción y calidad para el pescado y el camarón.

2.4 Normativas internas y estándares aplicados (ISO 22000, BPM, HACCP, etc.)

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)

El sistema HACCP es un método sistemático para identificar y controlar los peligros para la seguridad alimentaria en el proceso de producción. Los siete principios que usted menciona son: el análisis de peligros, la determinación de puntos críticos de control (PCC), los límites críticos, los procedimientos de monitoreo, las acciones correctivas, la verificación y el mantenimiento de registros. En FishCorp se llevan registros detallados de control de precocción, enfriamiento, peso, empaque, etiquetado y análisis organoléptico, garantizando así el control en cada fase de la producción.

Buenas Prácticas de Manufactura BPM y POES

Las BPM incluyen condiciones sanitarias y procedimientos que garantizan alimentos inocuos cubriendo la infraestructura higiene y capacitación. Los POES complementarios a las BPM aseguran la limpieza específica de áreas y equipos en momentos clave. FishCorp cuenta con manuales POES en la cadena de camarón con controles de peligros físicos - químicos y biológicos medidas preventivas inspecciones y registros de higiene.

BRC, BGS e IFS

Son estándares en las industrias que definen los requisitos necesario para garantizar la calidad y seguridad de los productos que realizan las empresas alimentarias. Estos

estándares son aplicados por muchas organizaciones para garantizar el cumplimiento de regulaciones y aumentar la confianza del consumidor en sus productos.

Estas normas europeas piden que las empresas apliquen sistemas de control como APPCC trazabilidad en auditorías para una mejora continua con la responsabilidad de la dirección y control de proveedores. FishCorp cumple con estas normas y cuenta con certificaciones que demuestran su alto nivel de calidad ante clientes de todo el mundo.

FDA - Regulaciones para mariscos.

La FDA ejerce control y autoridad sobre los productos que se comercializan hacia Estados Unidos con requisitos en cuanto a peligros microbiológicos (*Clostridium botulinum*) etiquetado nutricional residuos químicos materiales de envasado rastreabilidad así también como las BPM y sistemas HACCP específicos. La certificación de la FDA a FishCorp certifica este cumplimiento en tales criterios para poder exportar a dicho país.

BSCI (Business Social Compliance Initiative)

Es un programa de AMFORI que busca mejorar las condiciones de trabajo en las empresas y sus proveedores. Sirve para comprobar que se respeten los derechos de los trabajadores, que el trabajo sea seguro y que no exista trabajo infantil. Su objetivo es asegurar un trato justo para todas las personas.

2.5 Descripción de la línea de producción de camarón

La línea de producción de camarón en FishCorp, aunque no se detallada en su sitio web, puede inferirse a partir de prácticas habituales en la industria pesquera ecuatoriana y referencias de manuales HACCP que contengan el mismo tipo de proceso, dicho proceso cabe la redundancia se organiza en etapas con controles estrictos orientados a garantizar calidad, inocuidad y eficiencia en las labores del personal.

1. Recepción y descarga de materia prima.

Se recibe el camarón fresco o parcialmente descongelado en lotes, la cual una

persona encargada de realizar una inspección visual de la calidad, ausencia de cuerpos raros, transparencia y condiciones sanitarias óptimas para las etapas posteriores. Se pesa y se registra en los sistemas.

2. Clasificación y preenfriamiento.

Se clasifica por tallas o tamaño y especie, eliminándose aquellos ejemplares que no se ajusten a los criterios de calidad (defectos físicos, coloración inadecuada o en estado de descomposición o necrosis). El preenfriamiento se realiza para lograr temperaturas iguales o inferiores a 4 °C para su ejecución y posterior procesamiento.

3. Pelar, eviscerar y trocear.

Se quita la cáscara o cuerpo óseo del crustáceo ya sea la cabeza y la vena digestiva en la partes trasera de la cola ya sea manualmente o con extractores semiautomáticos. En esta etapa se realiza la inspección y desinfección de cuchillos así como los puestos de lavado y control de microbiota.

4. Limpiar y desinfectar.

Tras el pelado y eviscerado, se aplica una solución de cloro, la cual es dosificada. Luego, el producto se enjuaga con agua potable, tomando nota de la concentración de cloro, temperatura, tiempos y condiciones higiénicas.

5. Hidratación.

La rehidratación del camarón se realiza en una tina de proceso que contiene agua hielo y una solución salina. En esta etapa dos personas colocan el camarón en la tina y trabajan durante aproximadamente dos horas manteniendo el ambiente frío para conservar el producto y prevenir su degradación y también durante este proceso los operadores mezclan y revisan continuamente el contenido para asegurar que la rehidratación sea uniforme.

6. Congelación individual rápida (IQF) o en bloque.

El camarón se coloca en un túnel de congelación rápida IQF para prevenir la formación de cristales grandes en la estructura interna de su cuerpo siendo envasado en bandejas o bolsas.

7. Envasado y etiquetado.

Se utilizan selladoras automáticas o manuales para codificar la información, como por ejemplo: origen, especie, fecha, lote y talla. Se hace trazabilidad por lotes. Además, se pueden crear formas de empaque para el sector retail e industrial.

8. Inspección final y control de calidad.

Se realiza una revisión visual y un muestreo microbiológico en busca de bacterias o microorganismos según las requerimiento de inocuidad y regulaciones del país. En caso de que no se cumplan el lote será descartado.

9. Almacenamiento.

En cámaras a -18°C o menos, se utiliza un sistema FIFO para rotar los productos. La temperatura se controla de forma digital y cuenta con alarmas y respaldo de energía. Además, el manejo del stock se hace considerando el tiempo de vida útil de los productos.

10. Despacho.

El producto final se envía refrigerado o congelado. Durante el envío se registran los certificados sanitarios, la información de trazabilidad y los datos del transporte y la entrega.

11. Manejo de residuos y tratamiento de aguas.

La planta realiza tratamientos de efluentes y procesos de reciclaje así cumpliendo de esta manera con la legislación ambiental. Se controla el pH la carga orgánica que se separan de los residuos sólidos y se entregan a gestores autorizados.

2.5.1 Flujo general del proceso de camarón

El flujo operativo en FishCorp inicia con la recepción de la materia prima donde se realiza una inspección visual y sensorial para verificar la frescura y el tamaño de los camarones. Luego se ejecuta un lavado inicial para eliminar impurezas y restos de sedimentos cuando ingresa fresco si ingresa congelado se procede a un

descongelado bajo condiciones controladas preservando la textura natural del músculo.

Luego se clasifican por tamaño, se limpian y se desvenan para asegurar un buen producto, para proceder a ser lavados nuevamente y ser escurridos para quitar el exceso de agua y así facilitar su manejo y envasado. En algunos casos, se realiza una rehidratación para recuperar la textura en caso de que haya perdido una cantidad considerable de su peso antes de ser envasados y conservados a una temperatura controlada hasta su distribución.

2.5.2 Etapas críticas: descongelado, secado, rehidratación

El descongelado se gestiona como una etapa clave para mantener la calidad y uniformidad del camarón antes de su procesamiento. Se utiliza principalmente inmersión en agua potable a temperatura controlada o cámaras con flujo de aire frío, según el volumen y los tiempos de operación requeridos. Se monitorea la temperatura interna del producto para evitar zonas parcialmente congeladas o sobreexposición que puedan deteriorar la textura. Este control asegura que la materia prima conserve su estructura y propiedades funcionales, reduciendo pérdidas por goteo y facilitando un manejo eficiente en las etapas

El secado, o escurrido superficial, se ejecuta inmediatamente después de operaciones de pelado y lavado. Su finalidad es regular la humedad libre que podría afectar la estabilidad microbiológica y la eficiencia del empaque, esta etapa se emplea mesas de escurrido y sistemas de aire forzado, priorizando un secado homogéneo que optimice la congelación posterior y disminuya pérdidas por formación de cristales.

La rehidratación es aplicada a lotes específicos que no cumplan con el peso ideal o hallan perdido peso durante etapas posteriores esto constituye una etapa de ajuste de parámetros en textura y peso, esta se efectúa mediante inmersión controlada en soluciones que restablecen las características originales del camarón favoreciendo su apariencia y facilitando la estandarización del producto en línea de empaque. Este proceso debe ser debidamente monitoreado agregando valor al garantizar lotes consistentes con atributos sensoriales estables y adecuados a las exigencias del mercado.

Análisis del rendimiento físico del camarón durante el proceso

En el camino del camarón desde que está completo hasta que se exporta, pasa por procesos que inevitablemente causan mermas físicas. Cuando llega el camarón, éste llega entero: cabeza, exoesqueleto, intestino y cola. Para efectos de la exportación, el producto debe someterse a procesos como descabezado, pelado y desvenado, que van disminuyendo su peso neto.

En promedio estas acciones pueden hacer que el camarón pierda hasta un 30 % de su peso inicial en agua. Esta pérdida depende del tamaño del camarón, de las partes que se retiren y de cómo se procese y presente el producto final. Por ejemplo, el camarón pelado y desvenado con cola (PDTO) pierde más peso que el que se mantiene con cáscara o cabeza. Además, los camarones grandes suelen conservar mejor su peso en comparación de los pequeños.

A este proceso natural se suman las buenas o malas prácticas en el manejo del camarón. El camarón blanco puede adaptarse al tipo de alimento que recibe en las granjas donde crece y a su vez cuando no hay buen control de higiene o alimentación, el camarón puede alimentarse de materia en descomposición presente en las piscinas de crianza, lo que afecta directamente a su sabor y olor. Esto hace que el producto sea menos aceptado y que algunos lotes sean rechazados en el control de calidad.

Hay otros efectos que causan daño un indirecto al cuerpo del camarón como cambios en la apariencia (melanosis, manchas y deformidades) y cambios de textura o color esto obviamente va a alterar el valor nutritivo del camarón así como la aceptación por parte del consumidor.

También hay que tomar en consideración de las etapas de lavado y la limpieza, el camarón conserva alrededor de un 70 % de su peso original después de estas etapas. A partir de ahí, ese peso se toma como el nuevo punto de referencia para las siguientes etapas como lo es el de la rehidratación. En esta etapa se busca mejorar la textura y devolver parte de la humedad y el peso del producto perdido etapas anteriores.

Cuando la rehidratación se hace de una forma correcta, el camarón puede recuperar entre un 10 % y un 15 % de peso perdido, dependiendo de la solución usada, la especie y talla, el tiempo, la forma de mezclar y la temperatura. Aunque no se recupera la pérdida causada por el despiece, este proceso ayuda a obtener un producto con mejor textura y apariencia visual para el consumidor.

Se debe tener control sobre estas pérdidas de agua en la carne del camaron y a su vez debemos buscar formas de reducirlas de esta forma se puede aprovechar de una mejor manera la materia prima evitando los desperdicios y hacer que el proceso sea más rentable a largo plazo.

2.5.3 Valor agregado del producto en la rehidratación y comparación con prácticas estándar de la industria

La rehidratación es un paso clave para el camarón cuando este tiende a perder peso por procesos posteriores, en esta etapa se mejora la textura, jugosidad y apariencia, aumentando su frescura y su capacidad para ser vendido, reduciendo la pérdida de peso del producto, al prevenir que se deshidrate durante el almacenamiento y manejo. La rehidratación controlada asegura que los lotes sean homogéneos y que las presentaciones sean mejores para el consumidor final así como la trazabilidad de cada lote registra en tiempo real todas las variables del proceso, aumentando la capacidad de respuesta ante auditorías o reclamos del mercado

No obstante el enfoque manual que se emplea actualmente en FishCorp S.A. presenta algunas limitaciones significativas frente al uso de un equipo mecanizado. En países líderes de sectores como Tailandia la India y en Vietnam las plantas de procesamiento optan por sistemas mecánicos antes que hacerlo de manera manual empleando el uso de agitadores mecánicos de flujo axial o radial, controladores de velocidad variable y sensores integrados que les permiten monitorear parámetros como lo son la temperatura revoluciones y tiempo de inmersión. Estos sistemas aseguran un contacto parejo entre el camarón y la solución hidratante reduciendo la variabilidad del producto procesado y mejorando la calidad final del producto.

En consecuencia a estos países FishCorp S.A. continúa empleando métodos manuales que dependen en gran medida de la habilidad de la persona. Esto puede

generar variabilidad entre lotes y hacer que el proceso sea poco consistente y aumentar los costos operativos por el uso de agua, personal y registros manuales de cada uno de los lotes producidos en la planta... La falta de controles automáticos limita la capacidad de la empresa para garantizar una calidad constante y sostenible sobre todo en momentos de alta demanda o exportaciones controladas por clientes exigentes.

En este punto se debería considerar la incorporación del equipo de agitación capaz de automatizar el movimiento del fluido rehidratante y controlar las variables de interés siendo una oportunidad para aumentar la competitividad comercial de la empresa.

2.6 Funcionamiento del proceso de rehidratación del camarón

El proceso de rehidratación del camarón en la planta de FishCorp S.A. constituye una fase intermedia de gran relevancia dentro de la línea de procesamiento de este crustáceo. Su función principal es restituir parte del contenido hídrico perdido durante etapas anteriores como el descongelado y el secado superficial, asegurando que el producto final mantenga características organolépticas adecuadas particularmente en lo que respecta a la textura, jugosidad y peso neto que son parámetros decisivos para su aceptación en mercados de exportación altamente exigentes como Estados Unidos y Europa. Estudios de Zambrano et al. (2021) muestran que la calidad sensorial del camarón rehidratado se asocia con la eficiencia de captación de agua; fallas en esta etapa generan pérdidas económicas y rechazos de lotes por compradores internacionales.

FishCorp S.A. lo lleva a cabo manualmente en tanques abiertos o en VIN de plástico sumergiendo tandas de camarón en soluciones salinas controladas donde se controla la temperatura del agua el tiempo de inmersión y la velocidad de agitación. Paredes et al. (2023) señalan que la rehidratación irregular influye en la textura y apariencia del producto final, lo que repercute hacia las ventas.

El control de temperatura del agua se hace revisando y ajustando con hielo o cambiando parcialmente el agua usada. Una vez transcurrido el tiempo de inmersión el camarón se debe de retirar y se escurre para eliminar el agua en exceso para estar listo para la siguientes etapas como lo son el empaque o congelación. Esta etapa queda a criterio de los operadores, quienes van ajustando parámetros en base a lo

que observan sobre la consistencia y apariencia del camarón.

Depender del trabajo manual puede causar que el producto no quede uniforme, que haya diferencias entre lotes y que sea difícil responder a la demanda. Por eso se busca diseñar el equipo de agitación para la rehidratación que mueva el agua de forma automática y mantenga el camarón en contacto constante con ella. Esto ayuda a que el camarón absorba mejor el agua, reduce el consumo de energía y hace el trabajo mucho más rápido y más sencillo.

2.6.1 Proceso actual: descripción detallada paso a paso

El proceso actual para rehidratar el camarón en planta se puede resumir en una serie de pasos que involucran acciones manuales, observación y sencillos controles de parámetros. De acuerdo con registros internos y de campo, esta secuencia se inicia inmediatamente después de la etapa de escurrido o secado superficial, posterior al pelado y lavado del camarón.

En primer lugar el camarón limpio y escurrido se debe trasladar manualmente a las zonas de las tinas que son contenedores abiertos o VIN de plástico grado alimento ubicados en las zonas de trabajo designadas. Los lotes se pesan y se distribuyen equitativamente en cada tina para obtener una buena proporción de producto/solución rehidratante y asegurar una total inmersión.

Luego, la solución de rehidratación de usa agua fría o a temperatura ambiente la cual es mezclada con un solución salina de sal común y CARNAL una sal comercial que contiene una mezclas fosfatos, en la que se añade agua mantener frio el camarón y a su vez proveer las condiciones de temperatura que el CARNAL es mas soluble.

Una vez con la solución lista las personas encargadas sumergen los lotes de camarón asegurándose de que todo quede cubierto este es un paso crítico ya que no tener un contacto parejo con el líquido resulta en una rehidratación que no será uniforme.

En la inmersión, que dura entre 10 y 20 minutos, dependiendo del tamaño del camarón y su grado de deshidratación, los operarios agitan con sus manos durante 2 a 3 horas la tina. Para ello utilizan paletas plásticas o metálicas, agitando suavemente el lote para que el agua fluya entre las capas del producto y este no se estanque

repetiendo constantemente el movimiento para prevenir la formación de zonas muertas en la tina, donde el agua no tiene contacto con el camarón o viceversa.

De vez en cuando se toma la temperatura y la claridad del agua. Si se observa turbidez o un cambio brusco de temperatura, se sustituye parcial o totalmente la solución. Esto se hace para preservar la calidad del medio de rehidratación y evitar que este aumente su temperatura y se degrade.

Una vez finalizado el tiempo de inmersión, se retiran los lotes con canastillas perforadas para escurrir el agua en exceso lo que podría alterar la calidad en la siguiente etapa de congelación o envasado.

Finalmente el camarón rehidratado y escurrido es transportado hacia la línea de empaque o al túnel de congelación rápida (IQF) donde se estabiliza y se preservan las características recuperadas durante esta etapa. Todo este proceso se documenta en hojas de registro manual anotando parámetros como peso inicial y final el tiempo de inmersión y la temperatura promedio de la solución como también las observaciones de la consistencia visual del producto en busca de cualquier falla o daño.

La decisión sobre qué tipo de movimiento usar se toma en función de la cantidad de camarón a procesar el tipo de producto durante la jornada y la disponibilidad de las personas. En días de alta demanda o cuando se prioriza el rendimiento volumétrico se opta por la formación en torre y en jornadas con menor demanda se privilegia la distribución por bloques para asegurar una rehidratación más pareja.

Ambas formas representan variables importantes a considerar en el diseño del equipo de agitación ya que la intensidad del flujo de la dirección de la corriente y la geometría de los impulsores deben adaptarse a las condiciones de carga y distribución del producto dentro del tanque...

En este caso, no contar con un sistema automatizado de agitación implica depender en gran medida de la capacidad del operario para identificar errores y realizar las correcciones sobre la marcha. Esta característica disminuye la repetitividad del proceso y es una de las razones para diseñar un equipo de agitación eficiente, en cumplimiento con las normas HACCP e ISO 22000, para garantizar una rehidratación

homogénea, segura y técnica.

En la operación de la planta, una de las prácticas que se modifica de acuerdo a la carga y disponibilidad para trabajar es la forma en que se apilan las bandejas que contienen el camarón en la rehidratación. Actualmente existen dos formas de posicionamiento: en bloques y en torre. Cada una de ellas influye de manera distinta en la eficiencia del proceso, en la uniformidad del tratamiento y en la facilidad de manejo.

Depender del trabajo manual puede causar que el producto no quede uniforme, que haya diferencias entre lotes y que sea difícil responder a la demanda. Por eso se busca diseñar un equipo de agitación para la rehidratación que mueva el agua de forma automática y mantenga el camarón en contacto constante con ella ayudando a que el camarón absorba mejor el agua, reduciendo el consumo de energía y hacer el trabajo mucho más sencillo.

Por otro lado, el apilamiento en torre utiliza soportes metálicos o plásticos para colocar unas bandejas sobre otras en vertical. Estas torres se colocan en las tinas donde ya se encuentra el camarón y optimizan el espacio, incrementando la capacidad por ciclo. Pero este procedimiento reduce el paso del fluido hidratante entre capas, generando zonas menos expuestas al movimiento del agua. Esto puede llegar a perjudicar el proceso si no se tiene una mezcla adecuada y se cuenta con un sistema de flujo continuo que garantice el recambio de líquido entre niveles.

2.6.2 Observaciones técnicas y operativas, factores que afectan el rendimiento del proceso y limitaciones técnicas del proceso actual

La rehidratación del camarón en la planta de FishCorp S.A. es un proceso con ciertas especificaciones técnicas y operativas. Si bien apoya a que la producción sea continua, tiene fallas que impactan en la calidad del producto final y en la eficiencia del proceso. Estas conclusiones, sumadas a la identificación de elementos que influyen en el procedimiento y las actuales limitaciones técnicas, dan un diagnóstico para proponer mejoras estructurales y tecnológicas.

Desde la parte técnica-operativa, lo que se ha encontrado en terreno es que no existe

estandarización en la forma de rehidratar los lotes de camarón. Esto se debe a que la solución humectante se mezcla manualmente (con paletas o movimientos físicos del personal). Esta técnica impide que el líquido esté en flujo continuo y uniforme sobre el producto, generando piezas con diferente absorción de agua en un mismo lote.

Otro aspecto crítico que se observa es la variabilidad de temperatura de la solución rehidratante. La temperatura del agua o solución utilizada no se controla mediante mecanismos automáticos, sino que su regulación depende de la adición manual de agua fría o de cambios parciales del volumen en la tina. Esto genera fluctuaciones significativas que inciden en la velocidad de absorción hídrica y en la estabilidad microbiológica del proceso. En jornadas de alta producción, se ha detectado que el reemplazo de la solución o su enfriamiento no se realiza con la frecuencia adecuada, favoreciendo condiciones propicias para la proliferación de microorganismos, lo cual representa un riesgo para la inocuidad del producto y para el cumplimiento de estándares internacionales como los exigidos por la FDA y la normativa europea.

Se ha observado que la manera en que se empaca el camarón en los botes y en los VIN plásticos forma capas amontonadas, impidiendo que todo el camarón reciba el líquido hidratante en forma homogénea lo que se le llama como zonas muertas. Esta dispersión sin flujo continuo genera zonas muertas y reduce la eficiencia del proceso. Además, la relación entre cantidad de agua y cantidad de producto no está definida bajo criterios técnicos sino más por la misma empresa que lo procesa, lo que agudiza la inconsistencia en el tratamiento .

Desde el punto de vista ergonómico existen riesgos significativos. Los empleados tienen que manipular objetos pesados como: bandejas, cestas y paletas al realizar movimientos repetitivos en condiciones húmedas y en ocasiones inestables. Estas actividades agotan físicamente fatigando los músculos y pueden lesionar los huesos y músculos. La repetición continua sin máquinas en el lavado sobre todo en el ajetreo y escurrido tras la inmersión es peligroso para la integridad laboral y reduce la eficiencia del trabajador en el trabajo a medio plazo.

Otro aspecto a considerar es tener personas con experiencia que evalúen la situación y tomen decisiones operativas, como el tiempo de inmersión, la cantidad de agua, la temperatura adecuada o si hay que cambiar o no la solución hidratante del tanque.

Esta parte genera diferencias entre lotes y también al interior de un mismo lote, lo que complica su normalización y evaluación en el momento de las auditorías externas. El proceso se lleva a cabo de manera manual, lo que causa dificultades para lidiar con las inspecciones de exportación o seguir los informes en tiempo real y también errores de transcripción y pérdida de información.

Se han mencionado diversos factores relacionados que afectan la eficiencia y calidad del proceso, el primer factor que se debe considerar es el tiempo de inmersión que puede variar según las condiciones iniciales del producto y el tamaño o talla del camarón. Si el proceso de rehidratación no dura lo suficiente o no se lleva a cabo completamente o si en cambio se extiende demasiado tiempo este puede perder su dureza y adquirir una consistencia gelatinosa o blanda lo que es poco deseable.

Otro elemento a tener en cuenta es la temperatura de la solución. La seguridad y la velocidad de absorción del producto se ven afectadas por la falta de automatización, como se ha dicho previamente el calor afecta la calidad lo que modifica su textura. A nivel técnico, la ausencia de indicadores cuantitativos de desempeño también es una gran limitante. Actualmente no se toman datos como la velocidad de absorción de agua, temperatura media de los lotes, turbidez de la solución o tiempo exacto de exposición por lote. La falta de este tipo información impide medir el proceso, mejorarlo en base a datos y generar informes técnicos para clientes.

Finalmente es importante destacar que el proceso actual carece de automatización programable lo que impide llevar un control estandarizado de las variables críticas del proceso. Esta situación se traduce en pérdida de eficiencia mayor margen de error dependencia de la experiencia empírica y menor capacidad de escalar la producción en condiciones exigentes. Las plantas más avanzadas del sector ya incorporan sistemas de agitación mecánica con impulsores de flujo axial o radial control de velocidad regulación térmica y monitoreo digital de los parámetros críticos lo que les permite cumplir con altos estándares de calidad trazabilidad y sostenibilidad.

En conjunto, las observaciones técnicas y operativas son los factores que afectan el rendimiento y las limitaciones actuales del proceso de rehidratación en FishCorp S.A.

2.7 Enfoque actual: manual vs automatización

En FishCorp S.A., la rehidratación del camarón se realiza con mayormente trabajo manual y el personal es esencial para asegurar cada proceso. Esta técnica, heredada de la forma tradicional de pesca local, ha permitido a la empresa ser competitiva en el mercado global. Pero ¿cómo funciona la industria alimentaria mundial, automatizada en sus procesos, debe replantearse el uso de procesos manuales frente a los automatizados o semiautomatizados?

En definitiva, el proceso manual significa que gran parte de la rehidratación queda en manos de los trabajadores, como manipular el camarón, controlar tiempos, temperaturas y agitación. Este proceso permite adaptarse a cambios en la producción o en los productos, pero es poco consistente en resultados, calidad y uso eficiente del agua y la energía. La automatización en cambio pasa a usar máquinas y sistemas de control para las tareas repetitivas y más demandantes que una persona no puede hacer.

Si comparáramos el trabajo manual con la automatización no solo pretende volver más eficiente el proceso, sino también estar listos para los desafíos de sostenibilidad, seguridad y competitividad que enfrenta la industria en Ecuador y en general. En ese contexto, vale la pena reflexionar en por qué se emplea el método manual y no uno mecanizado, este punto de vista apoyará la propuesta de diseño del nuevo equipo de agitación propuestos por nosotros hacia la empresa.

2.7.1 ¿Por qué se realiza el proceso de forma manual?

FishCorp S.A. utiliza un método manual para rehidratar el camarón, basado en prácticas que han evolucionado con el tiempo, influenciadas por factores operativos, económicos y la experiencia acumulada. Este tipo de trabajo no solo se da en la empresa, sino que es común en gran parte de la industria pesquera de Ecuador. Allí detona tener acceso a mano de obra barata siendo una de las mayores ventajas competitivas.

En primer lugar, una de las mayores razones por las que aún se sigue utilizando el proceso manual es por la flexibilidad que permite. La rehidratación se adaptará a las variaciones naturales del camarón, tales como tamaño, peso, grado de deshidratación y condiciones previas de congelación. La mano del hombre interviene para ajustar parámetros en tiempo real, basándose en la experiencia de los operarios. Esta

capacidad de "afinación" es especialmente valiosa en entornos donde las diferencias de producto son evidentes y resulta complicado estandarizarlo todo sin maquinaria muy específica.

Un segundo factor es la infraestructura histórica de la planta. FishCorp, fundada en 1996, evolucionó a partir de operaciones basadas en prácticas artesanales, con una infraestructura construida para procesos semiindustriales. La adecuación de la planta para soportar sistemas de agitación automática requiere inversiones considerables en modificaciones estructurales de la planta, rediseño de flujos y adquisición de nuevos equipos complementarios. En la actualidad, parte de la maquinaria auxiliar y de los sistemas de suministro de agua están optimizados para operaciones manuales, lo que refuerza la inercia hacia la automatización en ciertos procesos de este enfoque.

Desde el punto de vista económico y social, las técnicas manuales ayudan a generar empleo local al igual que muchas empresas pesqueras en Manabí, FishCorp S.A. brinda trabajo a comunidades costeras, lo que permite sostener a muchas familias y fortalecer los lazos sociales. Por esta razón, cuando la automatización se ve como una posible pérdida de empleos o una amenaza, algunas empresas prefieren retrasar su aplicación para evitar problemas sociales o conflictos con los trabajadores.

Otro aspecto importante es la facilidad del uso y mantenimiento del equipo. Los sistemas manuales no requieren personal capacitado en programación mantenimiento de partes electrónicas o calibración de sensores simplificando la gestión técnica y reduciendo los costos de capacitación y refacciones. Hernández y Carrillo (2021) señalan que en plantas medianas este es un factor determinante para que la operación no se detenga en forma significativa.

Finalmente, el precio; La automatización de procesos como la rehidratación, que requiere agitadores mecánicos de diseño sanitario, bombas de recirculación, sistemas automatizados de control y sensores de parámetros críticos, puede representar una inversión que muchas empresas no tienen contemplada en su presupuesto. Esto es especialmente importante para las que aspiran a márgenes ajustados en mercados volátiles. Esta restricción monetaria impide dar el salto inmediato a sistemas totalmente automatizados.

En resumen esta la elección de un enfoque manual en FishCorp S.A. no es producto

de una falta de conocimiento sobre las ventajas de la automatización, sino el resultado de una evaluación práctica de la flexibilidad, la estructura existente, los impactos sociales y los recursos económicos disponibles. Sin embargo, la misma dinámica global que en su momento hizo competitivo este esquema comienza a demandar mejoras tecnológicas que justifiquen la revisión de este modelo para garantizar la sostenibilidad y la competitividad a largo plazo de la empresa.

2.7.2 Limitaciones técnicas, operativas o presupuestarias

Si bien el proceso manual de rehidratación en FishCorp S.A. ha permitido sostener la operación con resultados aceptables, es indiscutible que esta modalidad presenta restricciones técnicas, operativas y económicas que afectan la calidad del producto, la eficiencia de la línea de producción y la sostenibilidad económica y ambiental de la empresa.

Una de las mayores desventajas es que no se pueden manipular los parámetros en tiempo real, que se quiere decir con esto que al momento de agitar con las manos no asegura una velocidad uniforme de mezcla ni un flujo adecuado, creando zonas muertas o remolinos insuficientes para poner en contacto la solución de rehidratación con toda la superficie de cada camarón.

A nivel operativo depender de la intervención humana estrictamente trae consigo problemas de ergonomía. El manejo frecuente de palas canastillas y recipientes pesados somete a los trabajadores a posturas forzadas movimientos repetitivos y esfuerzos prolongados. Esta situación incrementa el riesgo de lesiones musculares y óseas ausentismo laboral y disminución de la productividad.

También, la manera como se trabaja hoy en día requiere de mucha agua y energía, pues el agua en que se rehidratan se cambia a menudo para mantener las condiciones de limpieza y temperatura. La ausencia de sistemas de recirculación eficientes implica un elevado consumo de agua, incrementando los costos operativos y la huella hídrica de la planta. Y este es un elemento cada vez más valorado por certificadoras ambientales y por compradores con políticas de compra responsable (Ricaurte, 2022).

En términos de presupuesto, continuar con el método manual puede parecer más

económico en un inicio, pero conlleva costos ocultos: más desperdicio de materiales, costos elevados de supervisión, horas de trabajo que podrían dedicarse a labores más productivas, costos por posibles multas por no cumplir con los estándares de calidad solicitados. Asimismo, las plantas sin trazabilidad digital enfrentan auditorías de exportación y pierden certificaciones para mercados premium.

En conclusión estas desventajas del método manual crean una paradoja: aunque inicialmente es más económico a la larga va a generar pérdidas por ineficiencia impidiendo competir con empresas automatizadas y compromete la sostenibilidad a la larga en la empresa.

Cálculo de los costos operativos del sistema de agitación automatizado.

Para determinar si es viable y rentable montar un sistema automatizado de agitación en la fase de rehidratación del camarón se ha estimado una estructura de costos tomando como referencia un caso base de la planta. Esta simulación considera cuatro agitadores eléctricos cada uno operado por dos trabajadores en un turno regular de 8 horas diarias.

Costo de mano de obra directa

Según datos de referencia del sector industrial en Ecuador, el salario diario de un operario de planta se encuentra en promedio en 25 USD. Por tanto, el costo estimado del personal por agitador es:

- $2 \text{ operarios} \times 25 \text{ USD} = 50 \text{ USD por agitador}$

Este valor contempla únicamente una jornada regular de 8 horas, sin considerar horas extra, bonificaciones o recargos nocturnos.

Costo energético

Cada agitador tiene un consumo promedio estimado de 0,75 kWh. A una tarifa eléctrica industrial promedio de 0,11 USD/ kWh, el cálculo diario del consumo por equipo es:

- $0,75 \text{ kWh} \times 8 \text{ horas} = 6 \text{ kWh/día por agitador}$

- $6 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ USD} = 0,66 \text{ USD}$ diarios por agitador
- $0,66 \text{ USD} \times 4 \text{ agitadores} = 2,64 \text{ USD}$ por jornada total

Este consumo energético es relativamente bajo, pero debe considerarse en combinación con otros sistemas eléctricos como bombas de recirculación, iluminación y ventilación industrial.

Tabla 3. Resumen de costos operativos diarios

Concepto	Unidad	Costo por unidad	Total (4 agitadores)
Mano de obra operativa	8h/día por operario	USD 25	USD 200
Energía eléctrica	0,75 kWh $\times$ 8 h	USD 0,66	USD 2,64
Total estimado diario			USD 202,64

Proyección mensual y anual

En caso de operar 26 días al mes (5 días por semana, sin tomar en cuenta días extras o fines de semana), el costo mensual estimado sería:

- $202,64 \text{ USD/día} \times 26 \text{ días} = \mathbf{5.268,64 \text{ USD/mes}}$

Y una proyección anual (312 días de operación continua) daría como resultado:

- $202,64 \text{ USD/día} \times 312 \text{ días} = \mathbf{63.222,68 \text{ USD/año}}$

Observaciones complementarias

- Estos valores no incluyen costos indirectos como mantenimiento preventivo, lubricantes, desgaste de piezas, ni amortización del equipo, los cuales deben considerarse en un análisis de costo total de propiedad.
- La inversión inicial por cada agitador industrial puede oscilar entre 1.500 y 3.000 USD, dependiendo del proveedor, el tipo de impulsor (axial, radial), la potencia del motor y los componentes de acero inoxidable.
- Sin embargo, la automatización trae beneficios medibles como la reducción del

esfuerzo físico del personal, mejora de la homogeneidad del proceso, menor consumo de agua por lote y disminución de pérdidas por sub-hidratación o sobrehidratación del producto.

Tener en cuenta las restricciones presupuestarias haría más eficiente el proceso, disminuiría la variabilidad entre lotes y se lograrían los estándares técnicos que se exigen para los productos de exportación. Esto, a mediano plazo, podría amortizar y superar el costo diario operativo estimado.

2.7.3 Análisis de factibilidad del cambio a sistema automatizado

Ante las evidencias presentadas, se hace imperativo analizar la factibilidad de migrar progresivamente hacia un sistema automatizado de rehidratación, integrando un equipo de agitación diseñado a la medida de las necesidades técnicas, operativas y de contexto de FishCorp S.A.

La automatización se consigue con tecnologías capaces de mezclar líquidos en la industria alimentaria. Hay agitadores con impulsores axiales, controladores de velocidad, sensores de temperatura y turbidez en el mercado. Este tipo de equipos ya se ha probado en otras fábricas de mariscos con buenos resultados en el proceso y la automatización del sistema de agitación facilita el trabajo diario disminuyendo el esfuerzo físico de los trabajadores y permite que se dediquen a labores de mayor importancia en la planta.

La inversión inicial puede ser vista como elevada, pero se amortiza con el tiempo gracias al ahorro de agua, la disminución de pérdidas de producto y la mejora en la organización del trabajo. En plantas similares, la inversión se amortiza en menos de 1 año, tomando en cuenta de la cantidad procesada y las condiciones de operación de cada planta. La implementación se puede llevar a cabo por etapas, realizando pruebas iniciales para verificar el desempeño técnico y capacitando al personal en el uso y mantenimiento de los equipos.

Aquí se deben de checar las materias primas (Camarón sistemas de agitación sales aditivos etc.) y cómo influyen en la calidad final. Es fundamental para las decisiones de diseño y para mejorar la producción. La literatura científica señala que toda materia prima posee variables de control que al manejarse mejoran la calidad del producto y

optimizan recursos ajustándose a normas como ISO 22000 y principios HACCP.

2.8.1 Tipos de hidratantes y otros compuestos utilizados en el proceso

En la rehidratación industrial de camarón, el hidratante base es el agua potable, la cual constituye el medio primario para restituir la humedad interna de los tejidos musculares del crustáceo. FishCorp S.A. utiliza agua proveniente de redes municipales, sometida a procesos de filtración y cloración para garantizar su inocuidad, en conformidad con las especificaciones microbiológicas establecidas por la FDA y la normativa nacional de calidad de agua para uso alimentario (NTE INEN 1108:2014). La selección de agua de calidad es prioritaria, pues la presencia de contaminantes químicos o microbiológicos podría comprometer la seguridad del producto final.

También en muchas fábricas se emplean mejores soluciones hidratantes mezclando agua potable con aditivos alimentarios permitidos por ejemplo sustancias que contribuyen a la textura previenen la oxidación o actúan como osmóticos suaves. Estas sustancias retienen agua en los músculos y reducen la pérdida de nutrientes disueltos. Entre estos aditivos se encuentran aquellas composiciones que contienen fosfatos de sodio en proporciones controladas (0.3%-0.5% generalmente). Estos fosfatos retienen humedad y mejoran la textura (Ortiz, 2021).

El uso de fluidos de baja salinidad controlada es otra de las prácticas documentadas. Agregar cloruro de sodio (sal común) en pequeñas cantidades menor al 1% para igualar la presión osmótica de la superficie del camarón con la solución externa. Esto permite que el agua se absorba lentamente y evita que se rompa la estructura celular del cuerpo previniendo esa textura gelatinosa en el camarón

En procesos más sofisticados, algunos exportadores mezclan agentes humectantes con antioxidantes naturales. Estos ingredientes contribuyen a inhibir la oxidación de los lípidos en la superficie del camarón, mejorando su apariencia y extendiendo la vida útil del producto congelado (Ramírez et al., 2021). Pero en FishCorp S.A. este nivel de especialización aún no se utiliza con frecuencia por razones de presupuesto y por el deseo de conservar fórmulas sencillas que permitan su aceptación en los mercados con restricciones de aditivos.

Es importante recalcar que la dosificación de las sales debe cumplir estrictamente con

los límites permitidos por el Codex Alimentarius y las directrices de cada país importador por ejemplo la Unión Europea establece regulaciones específicas sobre el uso de fosfatos y el exceso presente en la carne puede derivar en rechazo de lotes y sanciones económicas.

Tener en cuenta cada cuánto tiempo se debe de cambiar la solución hidratante. En el método manual de FishCorp S.A. cada lote se utiliza con una nueva solución. Esto evita que las proteínas del camarón se aglomeren y formen bacterias. La recirculación con sensores de turbidez optimiza el uso de hidratantes reduce el desperdicio de agua y asegura un entorno limpio y eficiente.

Añadir sales u otras sustancias en la rehidratación del camarón busca aumentar la retención de agua proteger proteínas musculares y mejorar firmeza jugosidad y apariencia. En la industria las mezclas de estos ingredientes deben cumplir con las regulaciones del Codex Alimentarius la FDA y la legislación europea como nuestros principales mercados de exportación.

1. Cloruro de sodio (NaCl)

Este compuesto, comúnmente denominado sal de mesa o sal común, se emplea en concentraciones muy bajas, no para salar el producto final, sino para controlar la presión osmótica entre la matriz muscular del camarón y la solución de rehidratación. Mantener la osmolaridad previene la pérdida excesiva de solutos promoviendo una absorción equilibrada de agua disminuyendo el riesgo de texturas gelatinosas o flácidas. La sal se disuelve antes de agregar el camarón para garantizar su dispersión uniforme agitando suavemente.

2. Fosfatos de sodio (difosfato, trifosfato)

Los fosfatos alimentarios cumplen una función simple pero esencial modifican el pH de la proteína muscular, aumentando su capacidad de retención de agua al este formar enlaces con grupos amino presentes en el musculo, los fosfatos estabilizan la estructura proteica, limitan la exudación de jugos celulares durante congelación y descongelado y contribuyen a un acabado más brillante y firme se puede decir que se comporta más como un secuestrante de agua. Sin embargo, su dosificación es objeto de un monitoreo riguroso, ya que un exceso puede alterar el sabor y sobrepasar

límites legales habitualmente entre 0,3% y 0,5% del peso del producto final.

3. Agentes antioxidantes naturales

Si bien no son "sales" en el sentido químico, ciertos extractos vegetales antioxidantes se incorporan como ingredientes complementarios siendo entre los más usados están los extractos de romero, té verde y tocoferoles, que protegen los lípidos superficiales del camarón contra la oxidación y retardan la aparición de manchas negras o enranciamiento superficial en lotes destinados al almacenamiento congelado por tiempo prolongado aunque eso depende más de las necesidades de quien lo requiera.

4. Uso del Carnal en la conservación del camarón

En el procesamiento postcosecha del camarón en plantas que trabajan con materia prima fresca es común el uso de aditivos para conservar las propiedades fisicoquímicas antes de pasar por las etapas críticas de inspección y selección. Un producto frecuentemente empleado en esta etapa es el Carnal un conservante comercial que evita el deterioro microbiológico y oxidativo del camarón fresco.

El Carnal suele ser aplicado en forma líquida diluido en agua potable en concentraciones controladas que pueden variar entre 2% y 3% dependiendo de las especificaciones del proveedor y del volumen de producto tratado. La inmersión del camarón en esta solución no debe superar los tiempos establecidos por las buenas prácticas de manufactura (BPM) con el fin de evitar sobreexposición o afectación del color natural del producto.

Además de su función preservante el uso del Carnal contribuye a mantener la firmeza del tejido muscular retrasar el desarrollo de manchas negras (melanosis) y minimizar olores residuales que podrían comprometer la aceptación del lote.

5. Reguladores de pH (opcional)

En sistemas sofisticados, algunas empresas incorporan reguladores de pH (ácido cítrico o bicarbonato de sodio) para corregir la acidez de la solución salina este proporciona que el control del pH sea más efectivos para los fosfatos y crear condiciones inhóspitas para patógenos.

6. Uso de metabisulfito para prevenir necrosis del camarón

En la industria procesadora de camarón, una de las alteraciones más comunes que afecta la calidad visual del producto es la melanosis, conocida también como “manchas negras”, como se había mencionado anteriormente. Este fenómeno es el resultado de un proceso de oxidación enzimática donde se produce la necrosis del exoesqueleto del camarón, especialmente en condiciones donde hay manipulación física, exposición al aire o incrementos de temperatura. Para evitar esta condición, que no representa un riesgo sanitario, pero sí una causa de rechazo comercial, se aplica el metabisulfito de sodio como agente antimelanósico.

Este compuesto actúa evitando el oscurecimiento del camarón ya que bloquea las enzimas que oxidan la tirosina responsable de formar los pigmentos oscuros en los crustáceos. El tratamiento se realiza sumergiendo el camarón en una solución de agua durante 1 a 3 minutos dependiendo de su tamaño y frescura. Normalmente se usan concentraciones entre 0.25 % y 0.50 % de metabisulfito por litro de agua respetando las normas vigentes. En la Unión Europea el límite máximo permitido es de 100 mg/kg de dióxido de azufre en el producto final, por lo que el proceso debe controlarse cuidadosamente.

En FishCorp S.A. se usa el metabisulfito antes de la congelación especialmente cuando hay un tiempo de espera entre que llega el camarón y su congelación. Este tratamiento ayuda a mantener un color parejo evita manchas y asegura que el producto cumpla con los estándares de mercados más exigentes. La aplicación se realizará en tanques de acero inoxidable con drenaje rápido y agitación controlada para garantizar una exposición uniforme y evitar sobredosificaciones. El tratamiento debe tener registros que muestren el lote el aditivo usado su concentración la hora de aplicación y el tiempo de contacto según exige el sistema HACCP.

Recomendaciones técnicas para FishCorp S.A.:

En FishCorp S.A. el uso de estos aditivos de manera limitada porque la empresa tiene una política de "etiqueta limpia" para los consumidores que son sensibles a estos compuestos. La actualización del sistema de agitación podrá manejar las soluciones con más precisión aplicándolas sin exceder los límites de la normativa. Para que las

sales y los aditivos sean efectivos deben estar uniformemente disueltos en la solución de rehidratación. Aquí es donde entra en juego el agitador mecánico su diseño debe prevenir puntos con alta concentración de sales que podrían dañar la superficie del crustáceo y garantizar la circulación continua para mantener una mezcla homogénea.

La adecuada elección dosificación y control de cada uno de estos compuestos mejora la textura el brillo y la capacidad de congelación del camarón generando un producto que cumple con las exigencias de importadores y consumidores finales.

Conocer la utilidad de cada sal y compuesto en la rehidratación es fundamental para mejorar la calidad del camarón procesado disminuir pérdidas por lotes rechazados y establecer a FishCorp S.A. como proveedor confiable en el mercado internacional.

2.8.2 Tipos de agitadores existentes o más comunes en el mercado

El mercado global de tecnologías de agitación ofrece una amplia gama de soluciones diseñadas para optimizar procesos de mezcla, dispersión y rehidratación de productos alimenticios como el camarón. En la industria pesquera, la selección del tipo de agitador depende de múltiples factores: volumen de proceso, viscosidad del fluido, requerimientos de higiene, facilidad de limpieza y nivel de automatización deseado.

Uno de los más frecuentes es el agitador flujo axial y radial, con hélices o paletas inclinadas que bombean el flujo del fluido a lo largo del eje del tanque. "Apto para rehidratar alimentos poco viscosos, ya que genera circulación continua y evita zonas muertas y deterioro en productos delicados en nuestro caso de estudio el camarón. Hernández y Salgado (2021) señalan que los agitadores tipo hélice marina son efectivos para suspender partículas sin abrasión excesiva.

Otros son los agitadores de flujo radial, turbinas Rushton o discos de palas rectas, que bombean en dirección perpendicular al eje del impulsor, creando alta cizalla en la región próxima al impulsor. Estos modelos son típicos para dispersión de gases o emulsificación, los cuales no están diseñados para el tipo de flujo que se requiere en este diseño.

Los agitadores de ancla o paleta de barrido son ampliamente utilizados en tanques

de forma cilíndrica con fondos planos. Este diseño genera un flujo tangencial y axial raspando suavemente las paredes del tanque para evitar la acumulación de residuos en las paredes siendo útil para mezclas de media y alta viscosidad.

En tanques grandes se suelen usar sistemas de agitación con múltiples impulsores verticales, combinando hélices axiales de fondo y turbinas radiales en la zona intermedia para generar un flujo híbrido en el tanque de esta manera se permite una mejor circulación del fluido y dispersión de aditivos, siendo más efectiva en tamaños mayores a 2 000 litros (Gómez y Rivera, 2022). La innovación tecnológica incluye agitadores con variadores de frecuencia (VFD), que ajustan la velocidad de rotación según la carga y las propiedades reológicas del fluidos operando a bajas revoluciones en carga y descarga y a altas revoluciones para reforzar la mezcla, reduciendo el consumo de energía.

Los agitadores actuales están certificados sanitariamente y tienen superficies pulidas de acuerdo con 3-A y FDA para limpieza en el lugar (CIP) y para evitar riesgos de contaminación cruzada. Esta característica es esencial para FishCorp S.A., donde la inocuidad es un requisito para exportar a la Unión Europea. El diseño para FishCorp S.A. será un sistema de flujo radial de velocidad variable según la carga de camarón y su rehidratación mejorando la uniformidad del producto final y reduciendo la manipulación.

2.8.3 Impacto de los insumos en la calidad del producto final

El efecto combinado de todos los insumos empleados durante la rehidratación del camarón se manifiesta de forma directa en atributos organolépticos y fisicoquímicos del producto final, tales como la textura, el peso neto, la jugosidad, la apariencia superficial y la estabilidad durante la congelación y el almacenamiento prolongado. Por esta razón, cada decisión técnica relativa a la selección, dosificación y manejo de agua, sales, aditivos y método de agitación influye en el nivel de satisfacción del cliente y en la viabilidad comercial de cada lote exportado.

Textura y firmeza

Una incorporación de agua de buena calidad con la cantidad justa de sal y fosfatos rehidrata el agua dentro de las células que se perdió al congelarse y gotear. De

acuerdo con Rodríguez (2023) una buena recuperación de la estructura muscular previene rupturas de fibras evita superficies gomosas y fortalece la resistencia del camarón durante el empaque y transporte.

Peso neto y rendimiento

La rehidratación garantiza que el camarón recupera el peso que perdió en etapas posteriores lo cual se indica en la etiqueta. Un lote subhidratado es un lote que pierde peso y, por lo tanto se pierde dinero. Sobrehidratar o hidratar de manera incorrecta puede resultar en una absorción inconsistente, pérdida de líquido y daño al producto, lo que puede generar quejas hacia la empresa.

Apariencia y color

Sales y antioxidantes mantienen el color uniforme y vivo, evitando que el músculo se destiña por decirlo así y reducir los puntos negros por necrosis, por eso un camarón bonito se vende más caro que uno que contenga una forma o apariencia extraña.

Estabilidad microbiológica y vida útil

Mantener la solución de rehidratación con una salinidad y un pH adecuados limita la proliferación de bacterias y prolonga la vida útil del producto congelado. Según Quintero et al. (2020) incluso ligeras desviaciones en la concentración de sales o en la temperatura de la solución pueden alterar la carga microbiana final comprometiendo la inocuidad.

Relación insumos y eficiencia del proceso

Un diseño de agitación ineficiente puede anular los beneficios de insumos bien seleccionados por ejemplo si los fosfatos no se dispersan uniformemente algunas piezas absorben más aditivo que otras resultando en textura desigual. Del mismo modo la falta de renovación de la solución aumenta la concentración de residuos nitrogenados y la carga microbiana reduciendo la efectividad de cada ciclo de hidratación.

Consideraciones económicas y regulatorias

Los insumos representan una pequeña parte del gasto operativo, pero influyen en la

aprobación de auditorías externas y en la imagen de marca. El mal uso de fosfatos puede generar rechazos en controles fronterizos, multas y pérdida de mercados.

La empresa debe de estar controlando la calidad del agua pureza de sales frescura de antioxidantes frecuencia de cambio y velocidad de agitación garantizando así un camarón de máxima calidad adaptado al paladar y regulaciones de consumidores exigentes.

La manipulación correcta de insumos asegura la estandarización del proceso de rehidratación y se transforma en un factor diferenciador para FishCorp S.A. en un mercado globalizado.

2.9 Observaciones y necesidades detectadas

A partir del análisis bibliográfico de la revisión de estándares industriales aplicables a plantas de procesamiento de mariscos y del diagnóstico documental del esquema operativo de FishCorp S.A. se identifican diversos elementos críticos que justifican la necesidad de optimizar el proceso de rehidratación del camarón. La recopilación y análisis de información técnica permiten establecer las principales restricciones del método actual así como detectar oportunidades concretas de modernización mediante la incorporación de un equipo de agitación adaptado a las características físicas del producto y a los volúmenes de operación de la planta.

A continuación se exponen de manera estructurada las principales observaciones levantadas de la misma forma como sus implicaciones operativas y la justificación para avanzar hacia una solución viable y sostenible.

2.9.1 Observaciones en situación

Según la literatura especializada en tecnología de alimentos, la rehidratación de productos marinos, como el camarón, se considera una fase sensible, pues incide directamente en la recuperación de peso, la estabilidad microbiológica y la preservación de atributos organolépticos. Los datos obtenidos de manuales de procesos y estudios comparativos sugieren que, en esquemas convencionales como el de FishCorp S.A., el procedimiento se lleva a cabo de forma manual, utilizando tinajas de acero inoxidable o contenedores de grado alimenticio donde los lotes se

sumergen en agua potable o soluciones hidratantes de baja salinidad.

En este esquema el camarón en el tanque se apila en capas, y así la solución no llega a todas las piezas por igual. La ausencia de movimiento mecánico crea áreas muertas y altera la uniformidad de absorción de agua. Estudios de Alexopoulos et al. (2023) y Chen et al. (2023) informan que esto crea variaciones en la textura y el peso final lo que puede causar inconsistencias durante el envasado y la exportación.

Otra observación que se observó en los manuales de buenas prácticas de manufactura es que la temperatura de la solución puede fluctuar durante el proceso por la exposición al ambiente, sobre todo en climas tropicales como el de Manabí. Esta fluctuación aumenta la posibilidad de proliferación bacteriana si no se tiene un sistema que mantenga el líquido en un rango de temperatura controlado.

Adicionalmente otras fuentes coinciden en que la operación manual requiere de una intervención intensiva por parte del personal, implicando movimientos repetitivos y manipulación constante de utensilios aunque funcional y práctica, este esquema conlleva riesgos ergonómicos, alta dependencia del criterio del operario.

2.9.2 Oportunidades de mejora y justificación del diseño de un sistema de agitación

Siguiendo las recomendaciones de la FAO y las empacadoras de mariscos, FishCorp S.A. puede mejorar con un sistema de agitación mecánica para rehidratar camarón. Una solución tecnológica garantizaría que el líquido refrescante esté en movimiento permanente en la tina y que todas las piezas de camarón estén en contacto con el líquido fresco y a la misma temperatura. Este proceso permite que el agua se absorba en la fibra muscular y de este modo el lote tenga textura y peso uniformes.

Si se implementa un agitador con control de velocidad y sensores de temperatura lo haría más preciso y más fácil de usar; y a su vez simplificarían el control de variables críticas, reduciendo el control manual y ampliando la capacidad de la planta para certificarse en HACCP, ISO 22000, normas de exportación de una manera mas sencilla.

Un sistema de agitación eficiente con recirculación reduciría el consumo de agua

fresca por lote, optimizando su uso y disminuyendo el impacto ambiental. ¡Esto adapta la operación a prácticas de producción limpia y fortalece la imagen de FishCorp como una empresa responsable y competitiva en mercados sostenibles!

La inversión se amortiza por la reducción de pérdidas el ahorro de agua y la redistribución de personal a tareas de mayor valor como control de calidad y mantenimiento. La estandarización del proceso genera mayor confianza en el cliente y refuerza la imagen de la empresa como proveedor de productos del mar. Crear un sistema de agitación para la rehidratación es esencial para volver más competitiva a FishCorp S.A. ampliar sus mercados de exportación y cumplir con los estándares de calidad seguridad y sostenibilidad.

2.9.3 Procesos de congelación y condiciones térmicas aplicadas al camarón

El proceso de congelación del camarón es una etapa determinante para asegurar su estabilidad microbiológica, su conservación durante el almacenamiento debe realizarse bajo condiciones térmicas estandarizadas y mediante sistemas de congelación que permitan un descenso rápido y controlado de la temperatura en el núcleo del producto sin la formación de cristales en el cuerpo del camarón.

En la planta de FishCorp S.A. la congelación se lleva a cabo mediante túneles de congelación por aire forzado tecnología que permite exponer el camarón a corrientes de aire frío a gran velocidad alcanzando temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro del producto en lapsos de tiempo que oscilan entre 2 y 4 horas dependiendo del calibre. El aire frío circula uniformemente en el túnel lo que reduce la formación de cristales de hielo grandes en el interior del músculo conservando así la textura firme del crustáceo tras el proceso de descongelado.

Cabe recalcar que todas las fases de congelación deben garantizar que la temperatura del producto alcance como mínimo $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menos, siendo el estándar legal y técnico la obtención de un producto a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menor para su almacenamiento y exportación. Este rango térmico es el requerido por normativas como el Codex Alimentarius, la FDA y los reglamentos sanitarios de la Unión Europea. Cualquier desviación por encima de este umbral puede comprometer la inocuidad del lote, favorecer la proliferación de bacterias psicrófilas o alterar las características sensoriales del producto.

Tras la congelación se realiza el glaseado, que es la aplicación de una capa de hielo sobre el camarón congelado que se lleva a cabo sumergiendo el producto en agua potable bien fría o rociando el camarón con un sistema de aspersión esto hace que se forme una barrera que evita la deshidratación y las quemaduras por frío en el almacenamiento prolongado. Este baño tiene dos propósitos: uno es proteger físicamente el producto y dos es preservar su apariencia con el tiempo. El recubrimiento no debe superar el 10% del peso del producto.

FishCorp S.A. ha establecido el glaseado como un paso obligatorio en el protocolo de exportación para productos como Shell-On, Butterfly y Easy Peeled, utilizando agua filtrada y tanques de acero inoxidable este control del glaseado ayuda a verificar el peso neto antes y después de cada baño y registrar el porcentaje de hielo que se agrega por lote para cumplir con las especificaciones comerciales incluso esto ayuda a proteger el producto permitiendo que se conserve durante más tiempo sin alterar su estructura o sabor.

2.9.4 Clasificación por talla y uso de sistemas automáticos en el procesamiento del camarón

La clasificación por talla constituye una de las fases críticas en el procesamiento industrial del camarón, ya que determina la estandarización de los lotes, su presentación comercial y su valor de exportación. La demanda de los clientes internacionales se encuentra segmentada por formatos definidos en función del número de unidades por libra o kilogramo, por lo cual es imprescindible mantener una precisión constante en la separación por tamaños.

En FishCorp S.A., el camarón recibido es procesado y calibrado en función de tallas comerciales estándar, como:

- **21/25:** entre 21 y 25 camarones por libra.
- **26/30:** entre 26 y 30 camarones por libra.
- **31/35:** entre 31 y 35 camarones por libra.
- **36/40:** entre 36 y 40 camarones por libra.

- **41/50:** entre 41 y 50 camarones por libra.

Las tallas se determinan de acuerdo al tipo de presentación requerida: camarón con cáscara (Shell-On), pelado (P&D), desvenado con cola (PDTO) o corte mariposa (Butterfly cut) o cualquiera de las que fueron descritas anteriormente. Todas son muy demandadas en los mercados de Estados Unidos, Europa y Asia. La precisión en el corte es fundamental; de ello depende el rendimiento por ración, la uniformidad visual en los envases IQF (Individual Quick Frozen) y el cumplimiento de las normas de etiquetado.

En FishCorp, el proceso de clasificación manual fue reemplazado por equipos de clasificación mecánica. Para esto se utilizan clasificadoras de rodillos regulables, como las fabricadas a nivel nacional por BALZO. Estas máquinas trabajan con pares de rodillos ajustables que permiten regular las aperturas superior e inferior con una tolerancia de hasta $\pm 0,1$ mm, logrando una separación precisa del camarón según su tamaño y reduciendo la intervención del personal.

Una vez clasificado, el producto se transporta mediante bandas horizontales hacia las áreas de empaque o congelación. Adicionalmente algunas empresas usan equipos más modernos que tienen sensores ópticos o sistemas de visión artificial para mejorar el control del proceso que pueden detectar diferencias en la forma del camarón a través de algoritmos que analizan su longitud, anchura y volumen. Estas tecnologías hacen posible que se pueda trabajar de una forma más organizada y eficiente, minimizando los errores que se generan en la clasificación manual y previniendo pérdidas por una mala estimación de tamaño. La automatización reduce la mano de obra, optimiza el espacio y permite la integración con sistemas de control de calidad y etiquetado.

El sistema puede controlar las aperturas, velocidades de los rodillos y sincronización con el área de empaque, garantizando así un proceso correcto. Debe hacer los ajustes en dependencia del empaque y la humedad del camarón. El uso de clasificadoras mecánicas es determinante para estandarizar un producto, disminuir mermas por tallas y satisfacer las exigencias del mercado mundial.

Capítulo 3

3 Propuesta de Mejora

3.1 Planteamiento de la problemática operativa

Como ya se ha descrito en este documento la línea de procesamiento de camarón en FishCorp S. A. presenta una deficiencia técnica significativa durante la etapa de rehidratación ya que se realiza de manera manual hasta la actualidad, este proceso es fundamental para recuperar parte del peso que se pierde en forma de agua durante las otras etapas descritas en su proceso.

Esta técnica implica que los trabajadores sumerjan el producto en la solución rehidratante usando métodos manuales que pueden dar lugar a productos finales inconsistentes en textura, pérdida irreversible de peso y variación entre lotes, ósea una trazabilidad deficiente

Estos problemas impactan la productividad, el producto final y la competitividad en los mercados, los cuales exigen estandarización y calidad del producto del que solicitan y pagan, por ende la manipulación manual es más lenta, gasta más agua, hielo y personal que se podrían aprovechar en otras actividades más beneficiosas para la empresa.

3.2 Propuesta de solución: diseño de un sistema de agitación eficiente

Es recomendable construir un agitador mecánico para mezclar camarón, agua y aditivos en la rehidratación. Esta automatización hace más eficiente el proceso, el camarón toma agua y disminuye pérdidas por manipulación. Como punto de partida para esta propuesta, se realizó un análisis cuantitativo que permitió estimar las condiciones iniciales de operación en la etapa de rehidratación actual. Este análisis incluyó los siguientes parámetros:

- **Cantidad de camarón procesado por ciclo:** 500 lb → densidad aprox. 1061.52 kg/m^3
- **Cantidad de hielo utilizado:** 40% por lb → densidad aprox. 916.80 kg/m^3
- **Cantidad de agua utilizado:** 56% por lb → densidad aprox. 995.71 kg/m^3

Se tiene en cuenta el uso de carnal al 2-3%, y sal al 1-1.5% en peso, en este caso se usará 3% carnal y 1% de sal.

- **Cantidad de carnal utilizado:** 3% por lb → densidad aprox. 2531.33 kg/m^3
- **Cantidad de sal utilizado:** 1% por lb → densidad aprox. 2160.00 kg/m^3

Conversión de Pesos a Kg:

$$1 \text{ lb} = 0.4536 \text{ kg}$$

- **Camarón:** $500 \text{ lb} \cdot 0.4536 = 226.80 \text{ kg}$
- **Hielo:** $0.40 \cdot 500 \text{ lb} \cdot 0.4536 = 90.72 \text{ kg}$
- **Agua:** $0.56 \cdot 500 \text{ lb} \cdot 0.4536 = 127.01 \text{ kg}$
- **Sal:** $0.01 \cdot 500 \text{ lb} \cdot 0.4536 = 2.27 \text{ kg}$
- **Carnal:** $0.03 \cdot 500 \text{ lb} \cdot 0.4536 = 4.54 \text{ kg}$

Consideraciones para el diseño

Este volumen servirá como base para:

- El dimensionamiento del agitador.
- La selección del tipo de impulsor debe generar un flujo radial o radial adecuado para mantener el camarón suspendido sin provocar daño al producto final.
- El cálculo de la potencia del motor, que dependerá del volumen total, el tipo de flujo deseado (axial o radial), y la viscosidad del medio.

3.3 Dimensionamiento del agitador

Las relaciones geométricas propuestas para cada uno de los parámetros son las siguientes:

$$\frac{D_i}{D_t} = \frac{5}{6}; \quad \frac{H_t}{D_t} = 1; \quad \frac{y_1}{D_t} = \frac{1}{3}; \quad \frac{y_2}{H_t} = \frac{2}{3}; \quad \frac{T_i}{W_i} = \frac{1}{20}; \quad \frac{W_i}{D_i} = \frac{1}{8};$$

$$\frac{L_b}{D_t} = 1$$

Tabla 4. Simbología de Dimensionamiento

Símbolo	Descripción
D_t	Diámetro del tanque.
D_i	Diámetro del impulsor o aspas del agitador.
D_e	Diámetro del eje del impulsor.
L_b	Longitud del eje
H_t	Altura del tanque, (generalmente igual al diámetro del tanque para diseño estándar).
y_1	Distancia del fondo del tanque al centro del primer impulsor.
y_2	Distancia del fondo del tanque al centro del segundo impulsor.
W_i	Ancho de la pala del impulsor.
T_i	Espesor de la pala del impulsor.
n_p	Numero de palas del impulsor

$$\frac{D_i}{D_t} = \frac{5}{6} \rightarrow D_i = \frac{5 \cdot D_t}{6} = \frac{5 \cdot 1,2}{6} = 1.000 \text{ m}$$

$$\frac{H_t}{D_t} = 1 \rightarrow H_t = D_t = 1.200 \text{ m}$$

$$\frac{y_1}{D_t} = \frac{1}{3} \rightarrow y_1 = \frac{D_t}{3} = \frac{1.200}{3} = 0.400 \text{ m}$$

$$\frac{y_2}{H_t} = \frac{2}{3} \rightarrow y_2 = \frac{2 \cdot H_t}{3} = \frac{2 \cdot 1.200}{3} = 0.800 \text{ m}$$

$$\frac{W_i}{D_i} = \frac{1}{8} \rightarrow W_i = \frac{D_i}{8} = \frac{1.000}{8} = 0.125 \text{ m}$$

$$\frac{T_i}{W_i} = \frac{1}{20} \rightarrow T_i = \frac{W_i}{20} = \frac{0.125}{20} = 0.00625 \text{ m}$$

$$\frac{L_b}{D_t} = \rightarrow L_b = D_t = 1.200 \text{ m}$$

La tabla final de dimensiones geométricas del agitador quedaría así:

Tabla 5. Dimensiones geométricas del agitador

Parámetro	Dimensión (m)	Dimensión (cm)
D_t (Diámetro del tanque)	1.200	120.00
H_t (Altura del tanque)	1.200	120.00
D_i (Diámetro del impulsor)	1.000	100.00
y_1 (Altura desde el fondo al centro del primer impulsor)	0.400	40.00
y_2 (Altura desde el fondo al centro del segundo impulsor)	0.800	80.00
T_i (Espesor de palas)	0.00625	0.625
W_i (Ancho de la pala del impulsor)	0.125	12.50
L_b (Longitud del eje)	1.200	120.00

3.4 Selección del impulsor

Flat-Blade Paddle Impeller

La elección de un agitador de paletas planas de cuatro palas para el proceso de remojo de camarón se fundamenta en los requerimientos operativos, sanitarios y de calidad del producto establecidos en el sistema de remojo descrito en el presente estudio. Este tipo de agitador es especialmente adecuado para procesos que involucran material biológico sensible, donde es indispensable garantizar una mezcla homogénea sin ocasionar daños físicos al producto.

El agitador de paletas planas crea un flujo radial, promoviendo la circulación en el tanque y manteniendo la salmuera homogénea y sin puntos muertos. La configuración simétrica de cuatro palas en torno al eje da como resultado un equilibrio dinámico que minimiza las vibraciones y contribuye a un funcionamiento suave y seguro

Asimismo, este tipo de agitador opera eficientemente a bajas y medias velocidades de rotación, lo que permite mantener niveles de cizalladura controlados, minimizando el riesgo de deterioro estructural del camarón, como deformaciones, roturas o desprendimiento de tejido. Esta característica resulta fundamental para preservar las propiedades físicas, organolépticas y comerciales del producto durante el proceso de remojo.

Figura 10. Flat-Blade Paddle Impeller



3.5 Potencia del motor del Agitador

La potencia del motor se determina a partir de parámetros técnicos como la densidad de la mezcla, el volumen de trabajo, la velocidad de rotación requerida y el tipo de impulsor seleccionado, garantizando que el sistema opere en régimen adecuado y cumpla con los requerimientos del proceso productivo. Esta selección permite asegurar una operación eficiente, continua y acorde a los estándares de calidad e inocuidad exigidos en la industria procesadora de camarón. Para ello se hace uso de la siguiente formula, debiendo determinar los parámetros faltantes:

$$P = N_p \cdot \rho_{sl} \cdot D_i^5 \cdot N^3$$

3.5.1 Densidad y viscosidad aparente de la fase solida-liquido

Densidad aparente de la fase solida-liquida:

Para obtener la densidad de la mezcla utilizada en el proceso de rehidratación, se aplica la fórmula en que relaciona las fases solido-liquido:

$$\rho_{sl} = \frac{\rho_l}{1 - C_w \left(\frac{\rho_s - \rho_l}{\rho_s} \right)}$$

Se procede a calcular la masa de los solidos

$$m_{sol,tot} = m_{cam} + m_{sal} + m_{car}$$

$$m_{sol,tot} = 226.80 + 2.27 + 4.54 = 233.60 \text{ kg}$$

Fracciones másicas de los solidos (w_i):

- Camarón:

$$w_{cam} = \frac{226.80}{233.60} = 0.9709$$

- Sal:

$$w_{sal} = \frac{2.27}{233.60} = 0.0097$$

- Carnal:

$$w_{car} = \frac{4.54}{233.60} = 0.0194$$

Densidad aparente de la fase sólida:

$$\rho_{sol,eq} = \frac{1}{\frac{w_{cam}}{\rho_{cam}} + \frac{w_{sal}}{\rho_{sal}} + \frac{w_{car}}{\rho_{car}}}$$

$$\rho_{sol,eq} = \frac{1}{\frac{0.9709}{1061.52} + \frac{0.0097}{2160.00} + \frac{0.0194}{2531.33}} = 1079.01 \text{ kg/m}^3$$

Se procede a calcular la masa de los líquidos:

$$m_{liq,tot} = m_{hie} + m_{h20}$$

$$m_{liq,tot} = 90.72 + 127.01 = 217.72 \text{ kg}$$

Fracciones másicas de los líquidos (w_i):

- Hielo:

$$w_{hie} = \frac{90.72}{217.72} = 0.4167$$

- Agua:

$$w_{h20} = \frac{127.01}{217.72} = 0.5833$$

Densidad aparente de la fase líquida:

$$\rho_{liq,eq} = \frac{1}{\frac{w_{hie}}{\rho_{hie}} + \frac{w_{h2o}}{\rho_{h2o}}}$$

$$\rho_{liq,eq} = \frac{1}{\frac{0.4167}{916.80} + \frac{0.5833}{995.17}} = 961.24 \text{ kg/m}^3$$

Fracciones másicas de sólido y líquido (p/p):

$$m_t = m_l + m_s$$

$$m_t = 233.60 + 217.72 = 451.32 \text{ kg}$$

$$C_w = \frac{233.60}{451.32} = 0.5176 \quad ; \quad C_l = \frac{217.72}{451.32} = 0.4824$$

Densidad aparente de la mezcla de fases solida-liquida:

$$\rho_{sl} = \frac{961.24}{1 - 0.5176 \cdot \left(\frac{1079.01 - 961.24}{1079.01} \right)} = 1018.79 \text{ kg/m}^3$$

Viscosidad aparente de la fase solida-liquida:

El modelo de Krieger-Dougherty relaciona la viscosidad de la suspensión con la fracción volumétrica de sólidos mediante la ecuación:

$$\mu_{sl} = \mu_l \cdot \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi_m} \right)^{-[\eta]\varphi_m}$$

Donde:

- μ_{sl} = viscosidad de la suspensión de camarón (Pa·s)
- μ_l = viscosidad del medio líquido base (Pa·s)
- φ = fracción volumétrica de sólidos
- φ_m = fracción volumétrica máxima de empaquetamiento
- η = viscosidad intrínseca

Al elegir un valor de la fracción máxima de empaquetamiento sus valores se encuentran en el rango $0.58 \leq \varphi_m \leq 0.70$, y comúnmente se adopta $\varphi_m = 0.64$ como

un valor representativo.

Se determinará la fracción volumétrica de los sólidos presentes en el sistema. En este caso, para el medio líquido se adoptará la viscosidad del agua a 0 °C ($\mu = 0.001792$ Pa.s), considerando que, al entrar el hielo en contacto con el agua, esta no dispone de la energía térmica suficiente para provocar su fusión total, produciéndose únicamente la fusión parcial del sólido. En consecuencia, el sistema alcanzará un equilibrio térmico a una temperatura comprendida en el rango de 0 a 4 °C.

Determinando el volumen para cada componente:

$$Volumen = \frac{Masa \text{ (kg)}}{Densidad \text{ (kg/m}^3\text{)}}$$

- Para el camarón:

$$V_{cam} = \frac{w_{cam}}{\rho_{cam}} = \frac{226.80 \text{ kg}}{1061.52 \text{ kg/m}^3} = 0.2137 \text{ m}^3$$

- Para la sal:

$$V_{sal} = \frac{w_{sal}}{\rho_{sal}} = \frac{2.27 \text{ kg}}{2160.00 \text{ kg/m}^3} = 0.0010 \text{ m}^3$$

- Para el carnal:

$$V_{car} = \frac{w_{car}}{\rho_{car}} = \frac{4.54 \text{ kg}}{2531.11 \text{ kg/m}^3} = 0.0018 \text{ m}^3$$

- Para el hielo:

$$V_{hie} = \frac{w_{hie}}{\rho_{hie}} = \frac{90.72 \text{ kg}}{916.80 \text{ kg/m}^3} = 0.0990 \text{ m}^3$$

- Para el agua:

$$V_{h2o} = \frac{w_{h2o}}{\rho_{h2o}} = \frac{127.01 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.1276 \text{ m}^3$$

A partir de estos valores se obtiene el volumen total que ocupa la suspensión y las fracciones volumétricas de cada fase:

$$V_s = V_{cam} + V_{sal} + V_{carnal} = 0.2137 + 0.0010 + 0.0018 = 0.2165 \text{ m}^3$$

$$V_l = V_{hie} + V_{h2o} = 0.0990 + 0.1276 = 0.2265 \text{ m}^3$$

$$V_T = V_s + V_l = 0.4430 \text{ m}^3$$

Fracciones volumétricas de sólido y líquido (v/v):

$$C_w = \frac{0.2165}{0.4430} = 0.4887 \quad ; \quad C_l = \frac{0.2265}{0.4430} = 0.5113$$

$$C_w = \varphi = 0.4887$$

Una vez obtenidos los valores correspondientes, se considera la viscosidad intrínseca, la cual depende de la forma geométrica, según se muestra en la tabla:

Tabla 6. Valores de Viscosidad Intrínseca según la forma

Forma	Relación de aspecto	[η] Viscosidad intrínseca
Esfera	1:1	2.50
Elipsoide	5:1	2.94
Elipsoide	10:1	3.43
Elipsoide	50:1	7.00

Desde el punto de vista geométrico, el camarón puede aproximarse a una partícula alargada, asimilable a un cilindro o elipsoide prolato ligeramente curvado, lo cual se asemeja más al valor de 2.94, mostrado en la tabla.

$$\mu_{sl} = 0.001792 \cdot \left(1 - \frac{0.4887}{0.64}\right)^{-[2.94]0.64} = 0.02703 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

3.5.2 Cálculo de número de Reynolds

Para el cálculo del número de Reynolds, se selecciona una velocidad de 40 rpm debido a la sensibilidad del camarón durante su proceso de rehidratación. Agitaciones más intensas pueden causar daños estructurales, pérdida de masa o afectar la calidad del producto.

El rango recomendado para estas mezclas es de 25 a 40 rpm, siendo un valor óptimo para el tanque agitador.

$$N_{Re} = \frac{D_i^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{(1.000 \text{ m})^2 \cdot \left(\frac{40 \text{ rpm}}{60 \text{ s}}\right) \cdot 1018.79 \text{ kg/m}^3}{0,02703 \text{ Pa} \cdot \text{s}} = 25126.03$$

El tipo de flujo al que corresponde el valor del Número de Reynolds calculado es turbulento, ya que $Re > 10000$

3.5.3 Cálculo de número de Potencia

Para el proceso de agitación del camarón se emplea un tanque sin deflectores (baffles), con el fin de minimizar los esfuerzos cortantes y evitar daños mecánicos en el producto, tales como fracturas, desgarres o pérdida de integridad estructural.

Dado que el camarón es un sólido de geometría alargada y relativamente frágil, la presencia de baffles incrementaría la turbulencia local y las colisiones partícula–pared, lo que resulta indeseable desde el punto de vista de la calidad del producto. El régimen de flujo en tanques sin deflectores favorece el movimiento suave del fluido y sólidos suspendidos, minimizando la turbulencia y permitiendo la manipulación controlada del material.

Bajo estas condiciones hidrodinámicas, resulta apropiado emplear un modelo de correlación del número de potencia que considere la ausencia de baffles. En este sentido, se adopta la correlación propuesta por Kamei y Hiraoka, la cual permite estimar el número de potencia en tanques sin deflectores, teniendo en cuenta los efectos del régimen de flujo y la geometría del sistema de agitación.

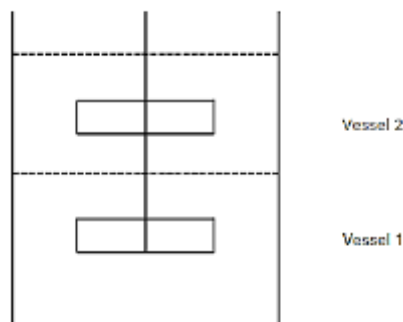
Tabla 7. Correlación de Kamei y Hiraoka del número de potencia

Correlación de Kamei y Hiraoka del número de potencia
Condición: Tanque sin deflectores
$N_{Po} = \{[(1 + \alpha)\pi^4\beta^2]/[8D_i^3/(D_t^2H_t)]\}f$ $f = C_L/Re_G + C_t\{[(C_{tr}/Re_G) + Re_G]^{-1} + (f_\infty/C_t)^{1/m}\}^m$ $Re_G = \{[\pi\eta \ln(D_t/D_i)/(4D_i/\beta D_t)]/\}Re$ $Re = ND_t^2\rho/\mu$ $C_L = [1.2/(1 + \alpha)]0,215\eta n_p(D_i/H_t)[1 - (D_i/D_t)^2] + 1.83(bsin\theta/H_t)(n_p/2sin\theta)^{1/3}$ $C_t = [(1.96X^{1.19})^{-7.8} + (1/4)^{-7.8}]^{-1/7.8}$ $m = [(0.71X^{0.373})^{-7.8} + (1/3)^{-7.8}]^{-1/7.8}$ $C_{tr} = 23.8(D_i/D_t)^{-3.24}(bsin\theta/D_t)^{-1.18}X^{0.74}$ $f_\infty = 0.0151(D_i/D_t)C_t^{0.308}$ $X = [1.2/(1 + \alpha)]\gamma n_p^{0.7} bsin^{1.6}\theta/H_t$ $\alpha = 0,2 \text{ factor de corrección}$ $\beta = 2\ln(D_t/D_i)/(D_t/D_i) - (D_i/D_t)$ $\gamma = [\eta \ln(D_t/D_i)/(\beta D_t/D_i)^5]^{1/3}$ $\eta = 0.711 \{0.157 + [n_p \ln(D_t/D_i)]^{0.611}\} / \{n_p^{0.52}[1 - (D_i/D_t)^2]\}$

El procedimiento adoptado para la estimación del número de potencia en un sistema de doble impulsor se basa en una descomposición del volumen total de fluido en dos regiones hidrodinámicamente independientes, cada una asociada a la acción de un impulsor.

El número de potencia correspondiente a la región inferior, N_{p1} , se determina incorporando el efecto de proximidad al fondo del tanque, representado mediante un coeficiente de corrección $\alpha = 0.2$, de acuerdo con la correlación aplicable. Por su parte, el número de potencia de la región superior, N_{p2} , se evalúa bajo la hipótesis de ausencia de influencia del fondo $\alpha = 0$, utilizando la correlación correspondiente.

Figura 11. Diagrama esquemático de un tanque con un impulsor doble



El número de potencia global del sistema de doble impulsor, N_p , se obtiene finalmente como la suma de las contribuciones individuales de ambas regiones, $N_p = N_{p1} + N_{p2}$.

Los valores experimentales del número de potencia para el sistema de doble impulsor se aproximan a la suma de los números de potencia calculados para un solo impulsor. Esto confirma que las aportaciones energéticas de cada motor se pueden sumar.

Se muestran los valores obtenidos de cada región del impulsor en la siguiente tabla:

Tabla 8. valores obtenidos de cada región del impulsor

Termino	Impulsor 1 ($\alpha = 0.2$)	Impulsor 2 ($\alpha = 0$)
η (Factor empírico de la geometría del impulsor)	1.1108	1.1108
β (Factor geométrico del impulsor)	0.9945	0.9945
γ (Factor de corrección por geometría)	0.4374	0.4374
X (Parámetro de similitud del impulsor)	0.1202	0.1443
C_t (Coeficiente asociado a régimen de transición)	0.1570	0.1923
f_∞ (Factor asintótico de f)	0.0071	0.0076
C_{tr} (Coeficiente de transición turbulenta)	2971.54	2596.49
m (Exponente empírico)	0.2995	0.3099
C_L (Coeficiente asociado a régimen laminar)	2.5362	2.5848
Re_G (Número de Reynolds modificado)	4769.38	4769.38
f (Factor de fricción)	0.0135	0.0151
N_{p0} (Número de potencia en condición sin deflectores)	0.3372	0.3133

Del análisis de las contribuciones de los agitadores se obtuvo el valor del número de potencia (N_p), cuyo resultado se detalla a continuación.

$$N_p = N_{p1} + N_{p2}$$

$$N_p = 0.3372 + 0.3133 = 0.65$$

Una vez obtenido el valor del número de potencia (N_p), se procedió a realizar el cálculo correspondiente mediante la fórmula establecida en el apartado 3.5, con el fin de determinar la potencia requerida para el funcionamiento del agitador bajo las condiciones de operación definidas.

$$P = 0.65 \cdot 1018.19 \cdot \left(\frac{40}{60}\right)^3 \cdot 1^5 = 196.36 \text{ W}$$

$$P = \frac{196.36}{745.69} = 0.26 \text{ Hp}$$

La potencia del motor se selecciona con un factor de seguridad de 2, de manera que el equipo opere alrededor de 0,65 de su potencia nominal, evitando sobrecargas y reduciendo el desgaste del equipo durante la operación.

$$P_{req} = \frac{F_s \cdot P_{calc}}{\varepsilon} = \frac{2 \cdot 0.26}{0.65} = 0.81 \text{ Hp}$$

La potencia calculada del sistema es de 0,81 HP, por lo que se selecciona un motor comercial de 1 Hp.

3.5.4 Selección del motor

Se seleccionó un motor comercial marca WEG, con una potencia nominal de 1 HP y frecuencia de operación de 60 Hz. Las características técnicas adicionales del motor se presentan en la Tabla 9.:

Tabla 9. Características técnicas del motor

Marca	WEG	Corriente de arranque	19.8/9.91 A
Potencia	1 hp	Frecuencia	60 Hz
Tensión nominal	220/440 V	Sentido de giro 1	Ambos
Grado de protección	IP55	Rotación nominal	3600 RPM
Corriente nominal	2.83/1.42 A	Nivel de ruido	60.0 dB(A)

3.5.5 Selección del motorreductor

Con base en la velocidad nominal del motor seleccionado y en la velocidad de operación requerida por el sistema, a continuación se procede al cálculo de la relación de reducción necesaria para el motorreductor, con el fin de garantizar el régimen de funcionamiento adecuado del equipo.

$$R = \frac{N_m}{N_s} = \frac{3600}{40} = 90$$

Como resultado del cálculo se determinó que el motorreductor debe contar con una relación de reducción de 90:1 para cumplir con las condiciones de operación establecidas.

3.5.6 Diseño del diámetro del eje

El eje porta-impulsores constituye el elemento estructural principal del sistema de agitación, ya que es el encargado de transmitir las cargas mecánicas generadas durante la operación y de garantizar la correcta alineación de los impulsores. En consecuencia, el diámetro del eje debe ser definido de manera que permita soportar de forma segura las solicitaciones actuantes, evitando fallas por resistencia o por deformaciones excesivas.

$$D_e = \left(\frac{16F_s}{\pi S_y} \cdot \{ [4M_f^2 + 3M_t^2]^{1/2} \} \right)^{1/3}$$

Donde:

F_s = Factor de seguridad

S_y = Esfuerzo de fluencia del material (MPa)

M_t = Momento torsor o torque (N·m)

M_f = Momento flector o flexión (N·m)

3.5.7 Momento torsor y fuerza tangencial del eje

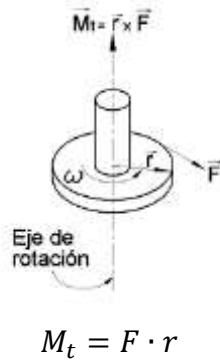
Con el fin de dimensionar el eje porta-impulsores del agitador, es necesario determinar el momento torsor transmitido por el motorreductor. Dicho momento es función de la potencia suministrada y de la velocidad de rotación del eje, y representa la solicitación principal asociada a la transmisión de energía al fluido.

$$T = M_t = \frac{P}{\frac{2\pi}{60} \cdot N} = \frac{P}{\omega}$$

$$M_t = \frac{745.69}{\frac{2\pi}{60} \cdot 40} = 178.02 \text{ N.m}$$

Una vez determinado el momento torsor transmitido por el eje, se procede al cálculo de la fuerza tangencial ejercida por el impulsor sobre el fluido.

Figura 12. Momento torsor del eje



Donde:

F = Fuerza tangencial (N)

R = Radio de la brida de acople (m)

$$F = \frac{M_t}{r} = \frac{178.02}{\left(\frac{0.1}{2}\right)} = 3560.41 \text{ N}$$

3.5.8 Momento flector del eje

Además de las cargas asociadas a la rotación, sobre el eje actúan esfuerzos laterales que provocan flexión. Por este motivo, a continuación se realiza el cálculo del momento flector, el cual será considerado en la verificación del eje.

$$M_f = L_b \cdot F$$

Donde:

Lb = Longitud del eje (m).

$$M_f = 1.2 \cdot 3560.41 = 4272.49 \text{ N.m}$$

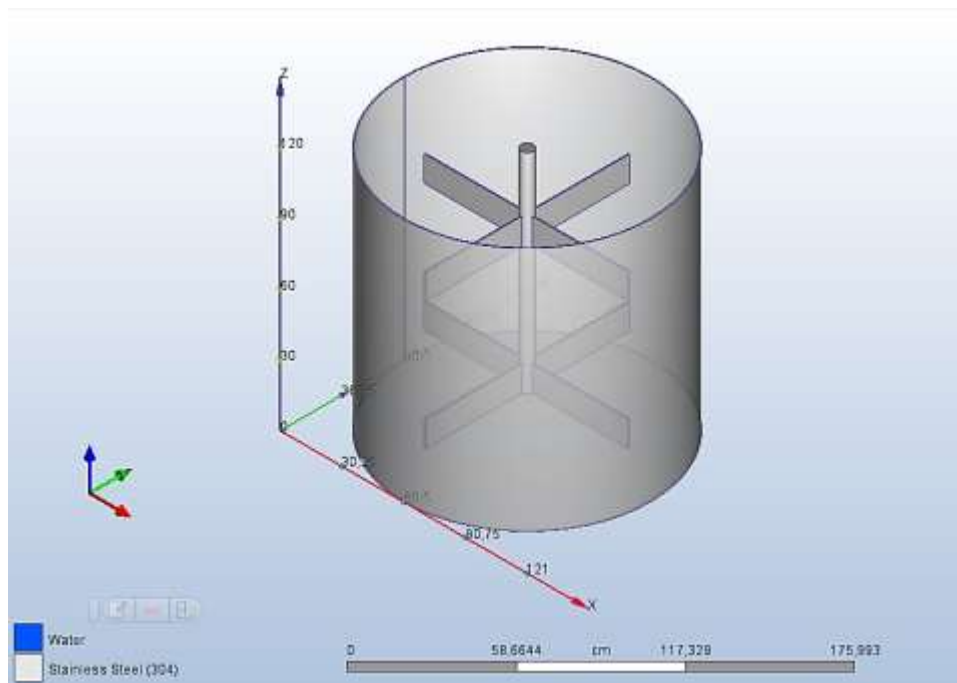
Para el dimensionamiento del diámetro del eje se adopta un factor de seguridad de 1.5 y se considera como criterio resistente el esfuerzo de fluencia del acero inoxidable AISI 304, cuyo valor es de 304 MPa. Con estos parámetros, se procede al cálculo del diámetro mínimo del eje:

$$D_e = \left(\frac{16 \cdot 1.5}{\pi \cdot (304 \cdot 10^6)} \cdot \{[4 \cdot 4272.49^2 + 3 \cdot 178.02^2]^{1/2}\} \right)^{1/3} = 0.060 \text{ m} \rightarrow 6.00 \text{ cm}$$

3.6 Modelado y Simulación CFD

Con el fin de analizar el comportamiento del flujo generado por el sistema de agitación y evaluar su desempeño hidráulico, se realiza un modelado y simulación mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). Este estudio permite visualizar los patrones de flujo, identificar zonas de recirculación y complementar los cálculos teóricos realizados previamente.

Figura 13. Modelado 3D del Agitador



La distribución de vectores de velocidad y el mapa de magnitudes indican que el flujo está dominado por la acción de los impulsores montados sobre el eje central. En las inmediaciones de cada impulsor se observan regiones de alta velocidad, representadas por tonalidades verde-amarillas, lo que evidencia una transferencia eficiente de cantidad de movimiento desde las paletas hacia el fluido.

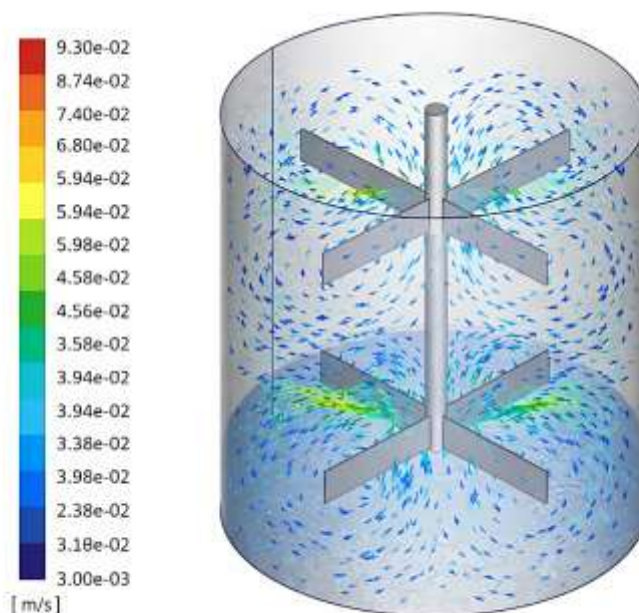
Cada impulsor genera un patrón de flujo radial, expulsando el fluido hacia la pared del tanque provocando el intercambio de masa en este caso los camarones contra la pared cilíndrica de arriba hacia abajo y viceversa previniendo las zonas muertas, el flujo se desvía y da lugar a corrientes de recirculación, que ascienden y descienden a

lo largo del recipiente, formando celdas toroidales bien definidas entre y alrededor de los impulsores.

Las zonas más lejanas de los impulsores, particularmente cerca del fondo y de la superficie libre, presentan velocidades menores, indicadas por el color azul oscuro. No obstante, la presencia de recirculación global sugiere que no existen regiones completamente muertas lo que favorece una mezcla volumétrica relativamente homogénea.

La superposición de los campos de flujo que se generan en ambos niveles de los impulsores contribuye a una distribución axial del movimiento uniforme del cual sería muy distinto si se usara un solo impulsor, al usar doble se reducen los gradientes de velocidad a lo largo de la altura del tanque, o lo que es lo mismo no genera un vórtice prominentemente grande por la ausencia de los deflectores. Este comportamiento es característico de sistemas sin deflectores (baffles), donde el flujo tiende a adquirir un componente rotacional, aunque en este caso es parcialmente compensado por la configuración de múltiples impulsores.

Figura 14. Simulación de dinámica de fluido



3.7 Presupuesto general de costos del Proyecto

Tabla 10. Estimación del presupuesto Total del Proyecto

Concepto	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Materiales				
Acero inoxidable AISI 304	Tanque, eje y paletas (grado alimenticio)	1 lote	650,00	650,00
Motor eléctrico trifásico	1 HP – 220/440 V	1	420,00	420,00
Reductor de velocidad	Tipo industrial	1	380,00	380,00
Rodamientos y chumaceras	Soporte del eje	2	45,00	90,00
Acoples mecánicos	Motor – reductor	1	60,00	60,00
Tornillería y accesorios	Pernos, tuercas, sellos	1 lote	50,00	50,00
Acabados	Protección estructural	1	40,00	40,00
Total, Costo de materiales				1.690,00

Conclusiones

En base al análisis realizado a lo largo de esta investigación, se presentan a continuación las conclusiones obtenidas:

- El rendimiento del camarón en la industria no depende solo de lo que ocurre en la planta de procesamiento, sino de todo el manejo previo al mismo, que va desde la crianza, la pesca y el transporte, hasta el control de temperatura y la higiene durante del procesamiento, cada etapa influye en la calidad final del producto.
- Durante el análisis del proceso de rehidratación se observó que la uniformidad es el factor más importante. Actualmente, al hacerse de forma manual, la mezcla no siempre va a ser pareja y dependerá mucho de la experiencia y compromiso del operario.
- Para que el agitador funcione correctamente, su diseño no puede ser algo al azar o premeditado sin tener en cuenta un estudio que verifique cual es el más óptimo y viable al tener en cuenta el tamaño del tanque y la cantidad de camarón que se va a meter, sino también de las características del agua con sales y la velocidad de giro del impulsor, por eso el uso de simulaciones por computadora se puede ver cómo se moverá el líquido dentro del tanque antes de fabricar el equipo, lo que permite corregir fallas desde el diseño y asegurar el diseño al momento de construirse.
- El equipo también debe estar bien construido desde el punto de vista mecánico e higiénico. Debe incluir una forma de tanque adecuado, un impulsor que genere buen movimiento del agua, un motor con control de velocidad y materiales de acero inoxidable aptos para alimentos. Además, es importante que sea fácil de limpiar, seguro para los trabajadores y que pueda incorporar instrumentos para controlar temperatura u otras variables del proceso.
- Finalmente, aunque la construcción del equipo representa una inversión, sus beneficios compensan el costo con un reembolso de inversión rápido, así como otros variables que benefician la planta. Por estas razones, el diseño del equipo de agitación no solo mejora la calidad del camarón, sino que también representa una mejora técnica y económica para la empresa a mediano plazo

Recomendaciones

En base al análisis realizado a lo largo de esta investigación, se presentan a continuación las recomendaciones sugeridas:

- Se recomienda que la empresa implemente el equipo de agitación de forma progresiva, empezando con pruebas a pequeña escala para ajustar tiempos, velocidades y cantidad de producto por lote. Esto permitirá hacer mejoras sin afectar la producción a futuro cuando estén operativos cada uno de los equipos previstos.
- También es importante capacitar al personal en el uso y limpieza del nuevo equipo, para que no solo sepan operarlo, sino que entiendan por qué ayuda a mejorar la calidad del camarón
- Se sugiere llevar un control constante de la temperatura, el tiempo de rehidratación y la concentración de la solución, ya que estos factores influyen directamente en el peso y la textura final del producto. Aunque sea un equipo automatizado no está demás hacer revisiones para ver el comportamiento del proceso.
- Además, sería recomendable hacer mantenimientos preventivos al agitador y revisar periódicamente sus partes principales como rodamientos y ejes del motor y motor-reductor, así evitando daños mayores y alarga la vida útil del equipo.
- Por último, se aconseja seguir evaluando el proceso incluso después haber instalado el equipo, buscando siempre maneras de ahorrar agua, energía y tiempo, sin bajar la calidad.

Bibliografía

- Alexopoulos, A., Lee, J. C., Neonaki, M., & Varzakas, T. (2023). *Case studies of small-medium food enterprises around the world: Major constraints and benefits from the implementation of food safety management systems*. *Foods*, 12(17), 3218. doi:<https://doi.org/10.3390/foods12173218>
- Alvarado Sánchez, M. del R. (2017). *Comercio internacional y acuacultura: caso del camarón en Ecuador*. Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. doi:<http://hdl.handle.net/10644/5510>
- Beigi, M. (2017). *Thin layer drying of wormwood (Artemisia absinthium L.) leaves: Dehydration characteristics, rehydration capacity and energy consumption*. *Heat and Mass Transfer*, 53(8), 2711–2718. doi:<https://doi.org/10.1007/s00231-017-2018-3>
- Bustillos Álvarez, J. E., & Obando Tapia, G. C. (2019). *Diseño e implementación de un agitador semiautomático de doble hélice para una marmita de mosto de mortiño de 1000 litros de capacidad, para la parroquia de Quinticusig, provincia de Cotopaxi*. doi:<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19939>
- Castro Cedeño, R. A., & Contreras Alvarez, M. A. (2018). *Auditoría de residuos para la empresa empacadora de camarón Empacreci S.A.* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. doi:<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15346>
- Chen, L., Jiao, D., Liu, H., Zhu, C., Sun, Y., Wu, J., Zheng, M., & Zhang, D. (2022). *Effects of water distribution and protein degradation on the texture of high pressure-treated shrimp (Penaeus monodon) during chilled storage*. *Food Control*, 132, 108555. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108555>
- Erazo Soria, P. F., & Vizuite Benítez, R. J. (2011). *Diseño y construcción de una mezcladora industrial para la elaboración de vino de frutas con capacidad de 2000 litros*. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. doi:<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2754>
- Fernández Campos, M. Á., & Torres Pérez, J. L. (2022). *Diseño de una planta para la elaboración de algarrobina en la Región Lambayeque*. Universidad Tecnológica del

Perú. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12867/5730>

García León, X. (2011). *Evaluación ambiental de una empacadora de camarones (Litopenaeus vannamei) en la ribera del río Guayas* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. doi:<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1416>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana.

Marín B., E., Lemus M., R., Flores M., V., & Vega G., A. (2006). *La rehidratación de alimentos deshidratados*. Revista Chilena de Nutrición, 33(3), 120–135. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182006000500009>

Marín-Rodríguez, W. J., Ausejo Sánchez, J. L., Neri Ayala, A. C., Díaz-Roncero, E., Hernández-Amasifuen, Á. D., Andrade Girón, D., & Muñoz-Vilela, A. J. (2023). *Diseño e implementación de un agitador orbital a bajo costo para laboratorios*. Editorial Salud, Ciencia y Tecnología. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12867/7779>

Minda Costa, R. D., & Ramos Contento, P. G. (2023). *Diseño, simulación y construcción de una máquina agitadora de barriles tipo KEG de almacenamiento de cerveza artesanal para la carbonatación forzada mediante gas carbónico (CO₂)* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. doi:<https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20366>

Nieves López, F. J. de las (Ed.), Fernández Barbero, A. (Ed.), & Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones (Ed.). (2000). *Coloides e interfases: estado líquido*. Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones.

Posadas Martínez, E. (2017). *Validación de los planes HACCP para el procesamiento de camarón descabezado, cocinado y crudo, utilizando congelación rápida individual (IQF por sus siglas en inglés), Honduras* [Proyecto final de graduación, UCI]. doi:<https://omeka.uci.ac.cr/biblioteca/items/show/702>

Quintero, H. S., Cruz Uribe, L. L., & Uribe Loaiza, P. (2015). *Diseño de homogeneizadora para procesar remanentes de aguacate Hass en la asociación Horfrubella de Pereira* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. doi:<https://hdl.handle.net/11059/6729>

- Rivera Altamirano, R. M. (2018). *Efecto de la temperatura sobre la susceptibilidad del camarón blanco *Penaeus vannamei* a *Vibrio parahaemolyticus** [Trabajo final para la obtención del título, ESPOL, FIMCM: Acuicultura]. doi:<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/45476>
- Sánchez Moya, F. M., & Valverde Mariño, H. D. (2014). *Diseño y construcción de un mezclador para la obtención de crema solar* [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. doi:<https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3503>
- Verdugo Leal, R. H., & Castillo Uribe, V. A. (2013). *Diseño y cálculo de un agitador de fluidos*. Memoria de título (Ingeniero de Ejecución en Mecánica), Universidad del Bío-Bío, Chile. doi:<http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/412>

Anexos

Anexo 1. Ficha técnica CARNAL

Ficha de Datos Técnicos



CARNAL® 864 S

Previene la deshidratación y mejora la jugosidad de todo tipo de pescados y mariscos congelados

Edición: 04
Rev.: 03/02/2017

Descripción general	Combinación en polvo de tri- y difosfatos sódicos y potásicos E 451; E 450 // SIN 451(I); SIN 450(III) ; SIN 451(III) CARNAL® 864 S es un producto de calidad alimentaria, producido de acuerdo a los requisitos de la UE, los EEUU y el CODEX relativos a la higiene de los productos alimenticios, siguiendo los estándares de seguridad alimentaria marcados por la ISO FSSC-22000.		
Análisis típico	pH	[1%]	9.5 – 10.0
	P ₂ O ₅	[%]	55.5 – 57.0
	Na ₂ O	[%]	38.0 – 40.5
	K ₂ O	[%]	3.0 – 5.0
	Densidad aparente ¹	[g/l]	450 – 600
	Los datos de los análisis típicos pueden estar sujetos a cambios sin previo aviso. Para recibir un completo detalle de las especificaciones del producto, póngase en contacto con nosotros.		
Aplicación	CARNAL® 864 S está destinado a ser empleado pescados y mariscos congelados para estabilizar la humedad, prevenir su deshidratación y mejorar la jugosidad (consultar sección de regulaciones).		
Uso recomendado	CARNAL® 864 S suele utilizarse por inmersión, disuelto en agua en dosis variable del 1-3% en función del tiempo de inmersión, calculado en base al volumen total de agua empleado, verificando que los residuos sobre el producto comercializado no exceden los límites establecidos por la legislación nacional correspondiente (consultar sección de regulaciones). Para otros usos o aplicaciones contacte con nuestro departamento técnico.		
Alérgenos	No contiene.		
Presentación del producto	CARNAL® 864 S está disponible en sacos PSP de 25 kg. Otras presentaciones pueden estar disponibles bajo petición. Todos los materiales en contacto directo con los productos, cumplen los requisitos de la UE y los EEUU relacionada con los materiales destinados a estar en contacto con los alimentos.		
Consumo preferente	36 meses a partir de la fecha de fabricación en el envase original, cerrado y almacenado en un lugar fresco y seco, lejos de la luz solar directa.		
Fabricante	CARNAL® 864 S está fabricado en Alemania por Chemische Fabrik Budenheim KG.		
Consideraciones importantes	Por favor, consulte tanto la normativa nacional como comunitaria aplicable relacionada con la declaración de los ingredientes en la etiqueta del producto final y cuál es la dosis máxima permitida en el producto comercializado.		

Toda información contenida en este documento, al igual que cualquier recomendación dada por Budenheim, se han hecho teniendo en cuenta el principio de buena fe y observando el actual nivel técnico de la industria y nuestra propia experiencia y conocimiento. Conforme a nuestra condiciones de Venta y Suministro, Budenheim no se hace responsable de ninguna clase de daños y perjuicios posibles que se originen por el empleo de nuestros productos o por a la confianza depositada en la información de nuestros productos. Ni nuestras recomendaciones ni las informaciones que ofrecemos deben ser consideradas como un impedimento para que tanto los compradores de nuestros productos como cualquier otra persona que emplee o quiera emplear nuestros productos los analice, verifique (o bien, siga) el contenido de las recomendaciones de empleo/aplicación contenidas en nuestras informaciones y compruebe la existencia de una posible colisión con otra patente o algún otro derecho de propiedad industrial. Rogamos expresamente a nuestros clientes o a cualquier persona que quiera emplear nuestros productos, a que realice o haga realizar experimentos previos a la utilización industrial o a cualquier otro tipo de aplicación/empleo prevista de nuestros productos para usos específicos. De igual manera rogamos respetar y comprobar la colisión posible con una patente y otros derechos de propiedad industrial relacionados con el con el producto y/o uso específico.

Budenheim Ibérica S.L.U.

Extramuros S/N
E-50784 La Zaida (Zaragoza)
Spain

Phone: +34 961 479 019

Fax: +34 961 479 151

seafood@budenheim.com

www.budenheim.com

RGS/AA: ES/31.00452/V

Regulaciones

Europea **CARNAL® 864 S** puede ser empleado en Europa de acuerdo al Reglamento (CE) 1333/2008 del 16 de diciembre de 2008 en los siguientes alimentos:

- Filetes de pescado sin elaborar congelados o ultracongelados con las siguientes limitaciones:
E 451 y E 450 5000 ppm^h
- Moluscos y crustáceos congelados o ultracongelados con las siguientes limitaciones:
E 451 y E 450 5000 ppm^h

EEUU **CARNAL® 864 S** puede ser empleado en EEUU de acuerdo al 21 CFR (Code of Federal Regulations), sus ingredientes están clasificados como sustancias seguras (GRAS) y pueden ser empleados en productos de la pesca con las siguientes limitaciones:

Tripolifosfato sódico (§182.1810)^g BPF^v
Pirofosfato tetrasódico (§182.6789) BPF^v

Otras consideraciones importantes

Por la naturaleza del producto, bajo ciertas condiciones de temperatura, humedad y presión, este podría presentar ciertas aglomeraciones durante su almacenaje. Estas aglomeraciones que se deshacen con facilidad en seco, no entraña ningún riesgo ni pérdida de efectividad del producto, pero se recomienda deshacerlas completamente antes de que el producto entre en contacto con el agua para mejorar su solubilidad.

Sugerencia de función tecnológica en el alimento^v

Estabilizantes E 451, E 450

Información nutricional^{vi}

Energía	00.0 kcal	Minerales	
Proteínas	00.0 g	Sodio	28.9 g
Carbohidratos totales	0.0 g	Sodio, expresado con sal NaCl	72.3 g
- Azúcares	<0.0 g	Fósforo	24.5 g
Grasas totales	0.0 g	Calcio	0 g
- Saturadas	0 g		
Fibra	0 g	Vitaminas	
Agua	0.0 g	Ácido ascórbico	0 g
		Datos adicionales para el cálculo energético	
		Alcohol	0 g
		Ácidos orgánicos	0 g

ⁱ El valor de este parámetro no es una especificación

^h Límite máximo permitido en el producto comercializado expresado como P₂O₅

^g El uso de los fosfatos potásicos son aceptados cuando estos son empleados de acuerdo a las condiciones de uso prescritas para los fosfatos sódicos correspondientes (Respuesta de la FDA a la consulta realizada el 20/07/2009).

^v Buenas prácticas de fabricación

^v Basado en la legislación europea.

^{vi} La información proporcionada es calculada en base a la fórmula. g en 100 g de producto.

Anexo 2. Ficha técnica Brifisol 503



Especificação de Produto

Brifisol 503 - Mistura de estabilizantes para pescados e crustáceos / Mezcla de estabilizantes para pescados y crustáceos

EP-509 - Rev. 01

APLICAÇÃO/ APLICACIÓN:

Produto utilizado em salmouras para imersão de pescados e crustáceos. / Productos utilizado en salmueras para inmersión de pescados y crustáceos.

PROPRIEDADES/ PROPIEDADES:

- Aumento da capacidade de retenção de água / Aumento de la capacidad de retención de agua;
- Aumento de rendimento do produto final / Aumento de rendimiento del producto final;
- Redução de perda por descongelamento / Reducción de la pérdida por descongelación.

MODO DE USO/ MODO DE USO:

Adicionar o Brifisol 503 a água sob agitação intensa e deixar solubilizar por no mínimo 3 minutos. / Adicionar el Brifisol 503 a el agua con agitación intensa y dejar solubilizar por lo mínimo por 3 minutos.

QUANTIDADES RECOMENDADAS/ CANTIDADES RECOMENDADAS:

Utilizar até 1,8% de fosfato na salmoura de imersão. / Utilizar hasta 1,8% de fosfato en la salmuera de inmersión.

COMPOSIÇÃO/ COMPOSICIÓN:

Ingredientes: Estabilizantes tripolifosfato de sódio, pirofosfato tetrassódico e polifosfato de sódio. Não contém Glúten.

ESPECIFICAÇÃO/ ESPECIFICACIÓN:

pH (1%):	8,8 – 9,8
Perda por Secagem (%):	Máx. 0,5
P ₂ O ₅ (%):	57,5 – 58,5
pH (1%):	8,8 – 9,8
Pérdida por secado (%):	Máx. 0,5
P ₂ O ₅ (%):	57,5 – 58,5

EMBALAGEM/ EMBALAJE:

Acondicionado em sacos plástica contendo 25 kg. / Acondicionado en bolsas plásticas com 25 kg.

CONDIÇÕES DE ESTOCAGEM/ CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

Armazenar em local seco e fresco. / Almacenar en lugar seco y fresco.



Especificação de Produto

Brifisol 503 - Mistura de estabilizantes para pescados e crustáceos / Mezcla de estabilizantes para pescados y crustaceos

EP-509 - Rev. 01

PRAZO DE VALIDADE/ VIDA UTIL:

18 meses, a partir da data de fabricação, na embalagem original. / 18 meses, a partir de la fecha de fabricación, en el embalaje original.

SEGURANÇA E MANUSEIO/ SEGURIDAD Y MANIPULACIÓN:

Todas as informações pertinentes à segurança do produto estão descritas na FISPQ (Ficha de Informações de Segurança do Produto Químico). / Todas las informaciones pertinentes sobre la seguridad del producto están descritas en la FISPQ (Ficha de Información de Seguridad del Producto Químico).

LOCAL DE PRODUÇÃO/ LUGAR DE PRODUCCIÓN:

Brasil / Brasil

COMERCIALIZAÇÃO AUTORIZADA NOS SEGUINTE PAÍSES/ COMERCIALIZACIÓN AUTORIZADA EN LOS SIGUIENTES PAÍSES:

Equador/Ecuador

ALERGÊNICOS E SENSIBILIZANTES/ ALÉRGENOS Y SENSIBILIZANTES:

Declaramos abaixo, a presença ou ausência dos itens considerados alergênicos ou sensibilizantes de acordo com a Resolução - RDC N° 26, de 2 de julho de 2015 e com a Diretiva Européia 2011/69/CE. / Declaramos a continuación, la presencia o ausencia de los items considerados alérgenos o sensibilizantes de acuerdo con la Resolución - RDC N.º 26, de 2 de julio de 2015 y con la Directiva Europea 2011/69/CE.

	Presente / Present	Ausente / Not Present
Trigo e derivados / Wheat or Derivatives/ Trigo, centeno, cevada, avena y derivados		x
Crustáceos e derivados / Shellfish or Derivatives/ Crustáceos y derivados		x
Ovos e derivados / Egg or Derivatives/ Huevos y derivados		x
Peixe e derivados / Fish or Derivatives/ Pescado y productos pesqueros		x
Amendoim e derivados / Peanuts or Derivatives/ Los manís y sus productos		x
Soja e derivados / Soybeans or Derivatives/ La soja y derivados		x
Leite e derivados / Milk or Dairy products/ La leche y derivados		x
Amêndoa e derivados / Nut or derivatives / Almendra y derivados (Prunus dulcis, sin.: Prunus amygdalus, Amygdalus communis L.)		x



Especificação de Produto

Brifisol 503 - Mistura de estabilizantes para pescados e crustáceos / Mezcla de estabilizantes para pescados y crustaceos

EP-509 - Rev. 01

Avelãs e derivados/ Hazelnut or derivatives/ Avellanas y derivados(Corylus spp.)		x
Castanha-de-caju e derivados/ cashew nut or derivatives/ Castaña-de-anacardo y derivados (Anacardium occidentale)		x
Castanha-do-brasil ou castanha-do-pará e derivados/ Brazil nut or derivatives/ Nuez de Brasil o castaña y derivados (Bertholletia excelsa)		x
Macadâmias e derivados / Macadamia or derivatives/ Macadamia y derivados (Macadamia spp.)		x
Nozes e derivados/ Walnut or derivatives/ Nogal y derivados (Juglans spp.)		x
Pecãs e derivados/ Pecans or derivatives (Carya spp.)		x
Pistaches e derivados / Pistachio or derivatives/ Los pistachos y derivados (Pistacia spp.)		x
Pinoli e derivados/ Pine nuts or derivatives/ Pinoli y derivados(Pinus spp.)		x
Castanhas e derivados/ Chestnut/ Castañas y derivados (Castanea spp.)		x
Látex natural / Latex / El látex natural		x
Aipo, salsaõ ou derivados / Celery or Derivatives/ El apio, apio o derivados		x
Mostarda ou derivados / Mustard or Derivatives/ Mostaza o derivados		x
Gergelim ou derivados / Sesame or Derivatives/ Sésamo, sementes de sésamo o derivados		x
Dióxido de enxofre e sulfitos / Sulphur Dioxide or Sulphites/ El dióxido de azufre y sulfitos		x
Tremoço ou derivados / Lupin or Derivatives/ Lupine o derivados		x
Moluscos ou derivados / Crustaceans or Derivatives/ Moluscos y derivados		x
Cereais que contém glúten e derivados / Cereals containing gluten and derived/ Cereales que contengan gluten y derivados		x

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL/ INFORMACIÓN NUTRICIONAL:

Brifisol 503	(100g)
Valor energético (kcal)	0,00
Carboidratos (g)	0,00
Proteínas (g)	0,00
Gordura Total (g)	0,00
Gordura Saturada (g)	0,00
Gordura Trans (g)	0,00
Fibra alimentar (g)	0,00



Especificação de Produto

Brifisol 503 - Mistura de estabilizantes para pescados e crustáceos / Mezcla de estabilizantes para pescados y crustaceos

EP-509 - Rev. 01

Sódio (mg)	30852,00
Calcio (mg)	0,00
Fosforo (mg)	5040,35

Embora as informações e recomendações indicadas na presente (doravante "Informação") são apresentadas de boa fé e entendidas como corretas até a presente data, a ICL Performance Products não fornece nenhuma declaração a respeito da integridade ou exatidão das mesmas. A informação é fornecida com a condição de que as pessoas que a recebem tomem suas próprias decisões quanto a idoneidade do uso das mesmas aos fins pretendidos antes do seu uso. Sob nenhuma hipótese a ICL Performance Products se responsabilizará por prejuízos de qualquer natureza que se resultem do uso da Informação ou da confiança em si mesma. NENHUMA DECLARAÇÃO OU GARANTIA, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, DE COMERCIALIZAÇÃO, ADEQUAÇÃO A UM PROPÓSITO PARTICULAR OU DE QUALQUER OUTRA NATUREZA A RESPEITO DA INFORMAÇÃO OU DO PRODUTO AO QUAL A INFORMAÇÃO SE REFERE SERÁ FORNECIDA.

Todos os dados aqui constantes são fruto de análise interna, realizada exclusivamente de acordo com a legislação brasileira vigente, sobre esse produto e para o uso pretendido.



Especificação de Produto

Brifisol 503 - Mistura de estabilizantes para pescados e crustáceos / Mezcla de estabilizantes para pescados y crustaceos

EP-509 - Rev. 01

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'LEONARDO CAJIAO', written over a horizontal line.

LEONARDO CAJIAO
CASA COMERCIAL ALMEIDA CÍA LTDA
2020/12/9

Anexo 3. Agitador de referencia



Anexo 4. Agitador de referencia



Anexo 5. Agitador de referencia



Anexo 6. Agitador de referencia



