

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FILETE DE TRUCHA
(*Oncorhynchus mykiss*) CONGELADO Y EMPACADO EN LA
EMPRESA COINREFRI S. R. L.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MAFER ADELA CHOQUE PILCO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA - PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Descripción de las características del filete de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) congelado y empacado en la empresa COINREFRI S.R.L.

Tesis sustentada y aprobada el 19 de diciembre del 2024, estando conformado el jurado calificador por:

Presidente:


Dr. OSCAR OCTAVIO FERNANDEZ CUTIRE

Secretario:


Dr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

Vocal


MSc. SONIA SUSANA POMAREDA ANGULO

Asesor


Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dra. Liliana Del Carmen Lanchipa Bergamini en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N°6855-2022-FCAG-UNJBG. de la tesis titulada: DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL FILETE DE TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) CONGELADO Y EMPACADO EN LA EMPRESA COINREFRI S.R.L. Presentado por la Bachiller MAFER ADELA CHOQUE PILCO para optar por el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 10%.

Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la ESCALA DE SIMILITUD de la tesis está de acuerdo con la SIMILITUD BAJA: PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.


Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI




Bach. MAFER ADELA CHOQUE PILCO



DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en cada momento de la vida, por enseñarme que todo tiene su tiempo y que con su amor puedo sentirme segura en todo momento.

A mi querido padre Fermín Choque Chambilla y mi querida madre Adela Pilco Choque por su paciencia, amor y apoyo incondicional que, a través de todos estos años, me enseñaron lo que es el esfuerzo, la disciplina y la constancia.

Y a mi hermana Fabiola por motivarme siempre a seguir con mis emprendimientos y a mi hermana Carol por motivarme a terminar lo empezado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar presente en el desarrollo de este trabajo, a través de su consuelo, fortaleza y ánimos recibidos.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por darme la oportunidad de estudiar, ser una profesional y una Basadrina de corazón.

Y a todos aquellas docentes que me brindaron su apoyo profesional a través de sus conocimientos teóricos y prácticos hacia mi persona durante el desarrollo de esta investigación, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación y sistematización del problema	5
1.2.1 Pregunta general	5
1.2.2 Preguntas específicas.....	5
1.3 Delimitación de la investigación.....	6
1.4 Justificación	6
1.5 Limitaciones.....	7
1.6 Objetivos.....	8
1.6.1 Objetivo general.....	8
1.6.2 Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	9

2.1	Hipótesis	9
2.2	Diagrama de variables	9
2.3	Indicadores de las variables	10
2.4	Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		11
3.1	Conceptos generales y definiciones	11
3.2	Enfoques teórico técnicos.....	13
3.2.1	Métodos de congelado.....	13
3.2.2	Efecto del congelado sobre las características sensoriales del pescado	13
3.2.3	Embalaje del pescado congelado	15
3.2.4	Microbiota asociado al pescado congelado	17
3.2.5	Manejo de la cadena de frio en filetes de pescado	18
3.2.6	Filete de trucha	20
3.2.7	El color del filete de la trucha	21
3.2.8	Envasado de productos marinos.....	24
3.2.9	Envasado al vacio.....	25
3.2.10	Tipos de envases o embalajes.....	27
3.3	Marco referencial	28
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		32
4.1	Tipo de investigación	32

4.2	Población y muestra	32
4.3	Materiales y métodos.....	32
4.3.1	Tipo y diseño de la investigación	32
4.3.2	Diseño procedimental	32
4.3.3	Procedimientos de la investigación.....	33
4.3.4	Análisis de datos.....	33
CAPÍTULO V TRATAMIENTO DE RESULTADOS.....		34
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de datos.....	34
5.2	Instrumentos de medición.....	34
5.3	Resultados.....	35
5.3.1	Características sensoriales y de calibre de los filetes de trucha congelados.....	35
5.3.2	Características de los materiales de empaque de los filetes de trucha congelados	41
5.3.3	Características de las unidades de almacenamiento.....	45
5.4	Discusiones.....	57
5.4.1	Características sensoriales y de calibre de los filetes de trucha congelados.....	57
5.4.2	Materiales de empaque de los filetes de trucha congelados.....	58
5.4.3	Características de las unidades de almacenamiento	

de trucha congelada	60
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la variable en estudio del filete de trucha	9
Figura 2. Filete de trucha	22
Figura 3. Regla salmofan	24
Figura 4. Filete de trucha envasado al vacío	26
Figura 5. Diseño procedimental para el estudio de la trucha congelada..	33
Figura 6. Filete de trucha y medición de color pigmentación 25 a 28 con salmofan	35
Figura 7. Categorización por presentación según calibre y características sensoriales de los filetes de trucha congelados y empacados	37
Figura 8. Distribución de las presentaciones de los filetes congelados y empacados por tipo de envasado	38
Figura 9. Filete congelado de trucha en presentación IVP mercado internacional.....	39
Figura 10. Filete congelado de trucha en presentación IVP mercado local.....	39
Figura 11. Filete congelado de trucha en presentación a granel mercado internacional.....	40

Figura 12. Bolsa de envasado secundario de polietileno de alta densidad en unidades IVP.....	42
Figura 13. Bolsas de envasado primario de nylon	43
Figura 14. Bolsa de envasado primario para recortes y bolsa de envasado secundario para filete IVP congelado, ambos para mercado nacional	44
Figura 15. Cajas master para envasado terciario	45
Figura 16. Distribución de las cajas de filetes de trucha congelados según calibres y color	47
Figura 17. Distribución de cajas producidas (Agrupada)	48
Figura 19. Presentaciones de los pesos de filetes de trucha congelado y empacado	50
Figura 20. Peso (kg) de filetes de trucha congelada (kg).....	51
Figura 21. Rendimiento (Agrupada).....	52
Figura 22. Relación entre el peso y el número de cajas producidas.....	53
Figura 23. Relación entre el peso y el rendimiento de los filetes de trucha congelados	54
Figura 24. Relación entre cajas producidas y el rendimiento de los filetes de trucha congelados	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización para las variables del estudio	10
Tabla 2. Composición de los filetes frescos de trucha arco iris.....	21
Tabla 3. Categorización por calibre y características sensoriales.....	36
Tabla 4. Cajas de filetes de trucha congelados y empacados según calibre y color	46
Tabla 6. Pesos de los filetes de trucha congelados y empacados de las diferentes presentaciones con sus respectivos calibres	49
Tabla 7. Distribución del peso de filetes de trucha congelada (kg)	51
Tabla 8. Rendimiento de los filetes de trucha congelados.....	52
Tabla 9. Correlación de factores de unidades de almacenamiento de los filetes de trucha congelados.....	56
Tabla 10. Valor de Rho de Spearman.....	57

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de filete de trucha congelada	77
Anexo 2. Balance de materia de productos a base de perico	78

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio fue: Describir las características del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) congelado y empacado en la empresa COINREFRI S.R.L. El estudio es de nivel descriptivo y correlacional. Los datos fueron analizados mediante el análisis estadístico descriptivo y relacional. Se concluyó que el color en la escala salmofan y el peso de los filetes frescos, son los criterios más importantes para decidir el tipo de envasado y posterior congelado, luego es el aspecto (defectos) del filete congelado. Los calibres de los filetes de trucha se distribuyen en: tipo IVP (72 %), granel (27 %) y recorte (1 %). Los envases primarios son bolsas de nylon y polietileno de alta densidad para IVP destinados al mercado exterior; bolsas de polipropileno para IVP del mercado local y granel para el mercado exterior; y bolsas tipo cristal para recortes. Los materiales de encajonado (cartón corrugado) son de la misma calidad (caja master) para todos los productos finales. La presentación "IVP" es el de mayor producción, representando el 57,25 % del total de cajas producidas y el 70,63 % del peso total procesado. El rendimiento oscila entre 90 % y 95 %.

Palabras clave: filete, empaque, calibre, color y congelado.

ABSTRACT

The general objective of this study was to describe the characteristics of frozen and packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets at COINREFRI S.R.L. The study is descriptive and correlational. The data were analyzed using descriptive and relational statistical analysis. It was concluded that the color on the salmon scale and the weight of the fresh fillets are the most important criteria for deciding the type of packaging and subsequent freezing, followed by the appearance (defects) of the frozen fillet. The sizes of the trout fillets are distributed as follows: IVP type (72%), bulk (27%) and trim (1%). The primary packaging is nylon and high-density polyethylene bags for IVP for the foreign market; polypropylene bags for IVP for the local market and bulk for the foreign market; and glassine type bags for trim. The packaging materials (corrugated cardboard) are of the same quality (master box) for all final products. The "IVP" presentation is the most produced, representing 57,25% of the total boxes produced and 70,63% of the total weight processed. The yield ranges between 90% and 95%.

Keywords: fillet, packaging, size, color and frozen.

INTRODUCCIÓN

El pescado es un alimento muy perecedero, por lo que es necesario emplear varias estrategias de almacenamiento para aumentar su vida útil, garantizando su inocuidad y calidad desde la captura hasta el consumo. A pesar de los avances en las tecnologías modernas de almacenamiento de pescado, el enfriamiento y la congelación siguen siendo los métodos de conservación más comunes utilizados (Duarte et al., 2020).

El Perú es un país acuícola, que posee una infraestructura altamente tecnificada que ha permitido en los últimos años desarrollar con éxito la crianza de las truchas. Llegando a alcanzar niveles de producción de 32 mil toneladas de trucha sólo en la región de Puno, pero faltan sistemas de empaquetado que cumplan los requisitos internacionales para el ingreso de esta producción a los grandes mercados del mundo (Maynas & Sanchez, 2018).

Por otro lado, las exportaciones peruanas de trucha según (CIEN, 2021) sumaron US\$ 37,7 millones en 2020, monto que significó una ligera caída de 1,0% con respecto al año anterior. En el 2020, el mercado

mundial de trucha se situó en US\$ 1 435,4 millones, monto que es 2,6% menos con respecto al año anterior. Japón fue el principal comprador mundial concentrando el 29,3% del total (US\$ 420,3 millones), seguido de Alemania (23,7%) y EE.UU. (8,2%). Entre los principales compradores globales, Bielorrusia fue el más dinámico con un crecimiento de 313,3% con respecto al año anterior. Por otro lado, Chile fue el principal proveedor de trucha con el 32,7% del total, equivalente a US\$ 406,7 millones, monto que significó una caída de 12,5% con respecto al año anterior. Turquía se posicionó como el segundo proveedor mundial con el 11,3% del total (US\$ 140,4 millones), seguido de Noruega con el 10,9% del total (US\$ 135,3 millones). Dentro del top 10 de mercados exportadores de trucha, Alemania y Turquía fueron los mercados más dinámicos en el 2020, registrando un crecimiento de 41,6% y 12,4% respectivamente. Perú se posicionó como el séptimo proveedor mundial de trucha con una participación de 3,0% del total.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El pescado crudo y, especialmente, los filetes frescos son muy perecederos y se deterioran rápidamente debido a una combinación de mecanismos de degradación microbiana, reacciones bioquímicas autolíticas y oxidación química de lípidos, incluso cuando se almacenan en condiciones de refrigeración (Costa et al., 2019) .

Por otro lado, en las fases de producción hasta el envío final al consumidor, los fabricantes deben enfrentarse cada día a un mercado y sociedad más exigente, donde los envases no sólo deben cumplir su función de contener, proteger y comercializar productos, sino también aumentar la competitividad en el mercado (Lagazio & Maraño, 2021)

Asimismo, la trucha arco iris se introdujo en el Perú a través de los departamentos de Junín y Pasco. La longitud máxima de la trucha arco iris es de 120 cm, aunque el promedio es de 60 cm., su peso promedio es de 2 kg y máximo registrado fue de hasta 24 kg (Lagazio & Maraño,

2021).

En el Perú, uno de los principales exportadores de productos hidrobiológicos es COINREFRI SRL, quien ha intensificado su inversión en tecnologías para ofrecer al mercado más productos con mayor valor añadido. Con el fin de satisfacer el aumento de la demanda desde 2016, la compañía invirtió en una asociación con Marel, que aportó soluciones de automatización para las operaciones de procesamiento y envasado final en las plantas de Paita y Tacna (COINREFRI, 2019).

Para el desarrollo de esta tesis, se ha considerado lo señalado por Gutierrez y De la Vara (2008) quienes sostienen que "el investigador debe tener un sólido conocimiento técnico y práctico del fenómeno o proceso en estudio". Este conocimiento es esencial para identificar las relaciones entre las variables y factores involucrados. En este sentido, el enfoque del estudio se centra en la experiencia de la supervisión en la sala de proceso, la cual ha sido fundamental para identificar los factores claves y proponer los análisis necesarios durante la investigación. Pues tal como sostiene Bunge (2007) un problema de investigación descriptiva no se limita a la recolección de datos, sino que debe incluir su organización y análisis para contribuir al conocimiento científico y permitir futuras investigaciones.

Por ello, se identificó como problema principal, la falta de conocimiento sobre las características del filete de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) congelado y empacado en la empresa COINREFRI S.R.L. Esta ausencia de conocimiento debe ser abordada, ya que tanto los problemas prácticos como las deficiencias en el conocimiento representan oportunidades de investigación. Con base en estas consideraciones, el presente estudio propone analizar las variables que afectan al filete de trucha arco iris congelado y empacado en COINREFRI S.R.L., tales como las características sensoriales y de calibre, así como los materiales de empaque y las unidades de almacenamiento.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cuáles son las características del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) congelado y empacado en la empresa COINREFRI S.R.L.?

1.2.2 Preguntas específicas

- i. ¿Cuáles son las características sensoriales y de calibre del filete de trucha congelado y empacado?
- ii. ¿Cómo son las características de los materiales de envasado y

empacado del filete de trucha congelado y empacado?

- iii. ¿Cuáles son las características de las unidades de almacenamiento de filete de trucha congelado y empacado?

1.3 Delimitación de la investigación

- a) Teórica: La investigación comprenderá únicamente las bases teóricas de las condiciones de los filetes de trucha congelados y empacados.
- b) Temporal: La ejecución de la tesis será en un tiempo de 10 meses aproximadamente.
- c) Espacial: El acopio de información secundaria corresponde a la campaña de procesamiento de trucha de los meses de diciembre 2022 y enero, febrero de 2023 en la planta de procesamiento y empacado de COINREFRI S.R.L.

1.4 Justificación

El desarrollar la presente tesis se justifica por la importancia estratégica de estudiar las características del filete de trucha congelado y empacado para optimizar procesos productivos y cumplir estándares internacionales. Esto posiciona a la empresa COINREFRI S.R.L. como un actor competitivo en el mercado global, fortaleciendo la capacidad de

exportación del sector de trucha arcoíris y generando un impacto económico positivo. La investigación aborda factores críticos como el color, calibre, materiales de empaque y condiciones de almacenamiento, elementos que influyen directamente en la calidad del producto. Además de beneficiar a la industria, proporciona una base teórica para futuros estudios y promueve la sostenibilidad al reducir mermas y mejorar el rendimiento en la cadena de producción. El estudio no solo desarrolla conocimientos aplicables a la ingeniería de industrias alimentarias, sino que también establece metodologías transferibles a otros productos acuícolas y alimentos perecederos. Si bien COINREFRI S.R.L. ha invertido en tecnología para agregar valor a sus productos, persiste la necesidad de profundizar en el conocimiento de estas características específicas para cumplir normativas internacionales, mejorar la eficiencia del proceso y maximizar la satisfacción del consumidor.

1.5 Limitaciones

No se identificaron limitaciones que dificulten el desarrollo del presente proyecto.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Describir las características del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) congelado y empacado en la empresa COINREFRI S.R.L.

1.6.2 Objetivos específicos

- i. Determinar las características sensoriales de los filetes de trucha congelado y empacado.
- ii. Determinar los calibres de los filetes de trucha congelado y empacado.
- iii. Describir las características de los materiales de empacado de los filetes de trucha congelado y empacado.
- iv. Determinar las características de las unidades de almacenamiento del filete de trucha congelado y empacado.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis

Hipótesis general

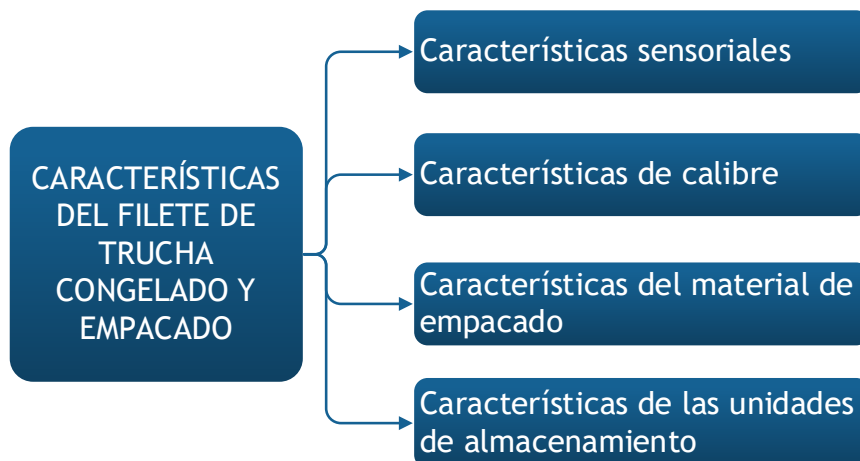
Al ser un estudio de nivel descriptivo, no se hace necesario el planteamiento de una hipótesis.

2.2 Diagrama de variables

La Figura 1 muestra la variable y sus respectivas dimensiones que se estudiaron.

Figura 1

Diagrama de la variable en estudio del filete de trucha



2.3 Indicadores de las variables

a) **Variabes:** Características del filete de trucha congelado y empacado.

i. Indicadores:

- Color, aspecto y rango de peso.
- Bolsas y cajas.
- Cantidad de cajas, pesos y rendimientos.

2.4 Operacionalización de variables

La Tabla 1 muestra la estructura de cómo se operacionalizarán las variables en estudio para la trucha congelada.

Tabla 1

Operacionalización para las variables del estudio

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumento
Características del filete de trucha congelado y empacado	Características sensoriales	- Color	--	- Escala salmofan
		- Aspecto		- Forma visual
	Características de calibre	- Rango de peso	G	- Balanza
	Características materiales de empacado	- Bolsas	--	--
		- Cajas		
	Características de las unidades de almacenamiento	- Cajas	Unidad	- Registro
- Peso		Kg	- Balanza	
- Rendimiento		% p/p		

CAPÍTULO III

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Conceptos generales y definiciones

- a.** Gráfico de barras: Un gráfico de barras representa el número de veces que aparece un valor o categoría particular en un conjunto de datos, y la longitud de la barra representa el número de observaciones con esa puntuación o en esa categoría (Evergreen & Shellard, 2022). Se utiliza un gráfico de barras para comparar la clasificación en una o varias categorías. Existen diferentes tipos de gráficos de barras y elegir el mejor dependerá de los datos disponibles. Un gráfico de barras simple puede usarse para mostrar totales o tendencias para una sola categoría (Inmon et al., 2019).
- b.** Gráfico de dispersión: En un diagrama donde los puntos de datos están marcados en el espacio cartesiano con los atributos del conjunto de datos alineados con las coordenadas. Los atributos suelen ser datos continuos. Permite determinar la existencia de una relación entre dos atributos bajo investigación. Si los atributos están correlacionados linealmente, entonces los puntos de datos se alinean cerca de una línea recta imaginaria; si no están correlacionados, los puntos de datos están dispersos. Además, los

diagramas de dispersión también pueden indicar la existencia de patrones o grupos de conglomerados en los datos e identificar valores atípicos en los datos (Kotu & Deshpande, 2019).

c. IVP: El envasado individual al vacío (IVP) es una forma fácil y eficaz de envasar una variedad de productos, aportando gran cantidad de beneficios: Mayor vida útil de los productos alimenticios, prevención de quemaduras por congelación, posibilidades óptimas de almacenamiento, presentación profesional del producto, envasado óptimo, compatible con la seguridad alimentaria y las normas HACCP (Avektra, 2021).

d. IQF: La congelación rápida individual (IQF) es un procedimiento empleado en la industria alimentaria para congelar alimentos. Su ventaja radica en su rapidez, ya que el proceso de congelación se completa en cuestión de minutos, preservando así la forma, color, aroma, sabor y valor nutricional de los alimentos tras su descongelación. Además, la tecnología IQF permite separar los productos durante la congelación, lo que resulta en alimentos de mayor calidad en comparación con los congelados en bloques. Esta capacidad es crucial para la sostenibilidad alimentaria, ya que facilita la utilización de la cantidad necesaria de alimentos (Avektra, 2021).

3.2 Enfoques teórico técnicos

3.2.1 Métodos de congelado

En general, las empresas procesadoras de pescado manipulan y procesan una serie de especies y productos de pescado. Los productos pueden tener diferentes embalajes, tamaños de producto y tiempos de congelación, que a menudo requieren un equipo de congelación flexible y la posibilidad de manejar una variedad de artículos. La selección de congeladores suele ser un desafío y exige una evaluación cuidadosa de los volúmenes y los requisitos de los productos más importantes, las variaciones estacionales y el posible uso de nuevos productos. El resultado es a menudo un equipo general que requiere mucha mano de obra para la mayoría de los productos, lo que genera costos relativamente altos. Las variaciones en productos, tiempos de congelado y volúmenes dan grandes variaciones en la carga frigorífica (Evans, 2008).

3.2.2 Efecto del congelado sobre las características sensoriales del pescado

Si bien la congelación ralentizará el deterioro biológico, químico y físico de los alimentos, aún se produce una degradación de la calidad de los alimentos, como el color, la textura, la actividad enzimática, la oxidación de lípidos y el daño estructural de los cristales de hielo. Muchos

investigadores han informado que la congelación rápida da como resultado una nucleación rápida del hielo dentro de las áreas intracelulares de los productos alimenticios creando cristales de hielo más pequeños y uniformes que causan menos daño estructural al producto (Petzold & Aguilera, 2009).

Varios investigadores demostraron que la congelación, incluso a corto plazo, modificaba propiedades físicas como la pérdida de peso, el color y la textura del salmón del Atlántico y otros tipos de pescado (Zhu et al., 2004). El almacenamiento congelado a largo plazo conduce a un deterioro lento de la calidad del salmón que puede diferir debido a la temperatura de almacenamiento. Las reacciones biológicas y químicas como la actividad enzimática y la oxidación de lípidos tienen un impacto significativo en la calidad del pescado durante el almacenamiento congelado a largo plazo (Strasburg et al., 2007).

La oxidación de lípidos disminuye la calidad sensorial del pescado y los productos pesqueros y está influenciada por la manipulación y el procesamiento del pescado, lo que también puede afectar la calidad nutricional, la textura y el color (Nasopoulou et al., 2013).

3.2.3 Embalaje del pescado congelado

Los productos de pescados congelados se envasan para minimizar la deshidratación y oxidación. La desecación del pescado congelado mal envasado es un problema grave. Durante un período de tiempo, puede ocurrir una condición de secado altamente indeseable (quemaduras por congelación). Las grasas y aceites de pescado se oxidan fácilmente en presencia de aire. La rancidez resultante es responsable de sabores y colores indeseables. Los procesadores de pescado dependen de los materiales de empaque y envoltorios comerciales para que sirvan como barreras efectivas para minimizar la deshidratación y la oxidación. La industria de congelación de pescado ha hecho un gran uso de los glaseados de hielo para minimizar estos mismos efectos, especialmente en los productos IQF. Por lo general, los glaseados de hielo se forman sumergiendo o rociando filetes de pescado congelados u otros productos pesqueros en agua helada inmediatamente después de salir del equipo de congelación criogénica. De esta manera, se forma una capa de hielo alrededor del producto. La industria de procesamiento de pescado también utiliza el envasado en atmósfera modificada (MAP) y el envasado al vacío para prolongar la vida útil y mantener la calidad (Caballero et al., 2003).

El envasado en atmósfera modificada (MAP) y el envasado al vacío se consideran tecnologías establecidas para la conservación de alimentos y funcionan respectivamente cambiando las proporciones de gas en un entorno alimentario mediante la extracción de O₂ o reemplazando la atmósfera dentro del envase por una mezcla de gases, como dióxido de carbono (CO₂) y nitrógeno (N₂) gas (Nettles, 2002).

El CO₂ es el principal gas utilizado como agente bacteriostático en la microflora de los peces (Alfaro, Hernández, Baliño, et al., 2013). Varios estudios han demostrado que los niveles altos de CO₂ prolongan la vida útil de los productos pesqueros debido a la inhibición del crecimiento microbiano (Provincial et al., 2013).

Además, el oxígeno gaseoso del paquete es sustituido por nitrógeno, un gas inerte, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos aeróbicos y disminuye la rancidez oxidativa (Sivertsvik et al., 2002).

La acción de ambas tecnologías inhibe la microbiota normal relacionada con el deterioro y prolonga la vida útil a bajas temperaturas, manteniendo la calidad del producto (Simoies et al., 2015).

3.2.4 Microbiota asociado al pescado congelado

El almacenamiento en congelación juega un papel vital y un método de conservación muy eficaz para conservar las propiedades nutricionales y las características sensoriales iniciales, y prolongar la vida útil de los alimentos acuáticos. Como proceso inverso a la congelación, la descongelación es esencial, sin embargo, los productos acuáticos son más susceptibles a la contaminación microbiana y al deterioro durante el proceso de descongelación. Se estima que el 30 % de los productos del mar se pierde por la actividad microbiana (Jääskeläinen et al., 2019).

Las bacterias de deterioro predominantes adheridas a los productos del mar refrigerados son bacterias gramnegativas, principalmente *Pseudomonas spp.*, *Aeromonas spp.* y *Shewanella spp* (Sterniša et al., 2019).

En general, el pescado congelado se ve afectado principalmente por *Shewanella spp.* durante el deterioro. Por ello, urge buscar tecnologías antibacterianas eficientes en el campo de la descongelación de productos acuáticos (Alfaro, Hernández, Le Marc, et al., 2013).

3.2.5 Manejo de la cadena de frío en filetes de pescado

La "cadena de frío" se refiere a los equipos, procesos y gestión de la información utilizados para proteger los alimentos refrigerados y congelados. Las principales causas de la pérdida de calidad en la cadena de frío del pescado son el crecimiento bacteriano, la actividad enzimática, el daño físico, la deshidratación, las reacciones químicas y la contaminación (Valtýsdóttir et al., 2010).

Es bien sabido que tanto la actividad enzimática como la microbiológica están muy influenciadas por la temperatura. El control eficiente de la temperatura desempeña un papel fundamental a la hora de ralentizar las tasas de reproducción, crecimiento y metabolismo de las bacterias perjudiciales y las tasas de las velocidades de reacción de las enzimas bacterianas, manteniendo el pescado fresco en cadenas de frío. Se pueden aplicar tres categorías de control de temperatura: enfriamiento, superenfriamiento y congelación. En cuanto a los filetes de pescado fresco, se suelen utilizar las dos primeras categorías. El enfriamiento es el proceso de enfriar pescado o productos pesqueros a una temperatura cercana a la del hielo derretido, 0 °C/32 °F (Shawyer, 2003).

Está en el rango húmedo de temperaturas (donde no se desea congelar el pescado), durante el enfriamiento el pescado se conserva y reduce la tasa de deterioro. El superenfriamiento (también llamado congelación parcial o enfriamiento profundo), la segunda categoría, se utiliza a menudo para describir un proceso en el que los productos alimenticios se almacenan entre el punto de congelación inicial de los productos y entre 1 y 2 °C por debajo de este (Duun & Rustad, 2007).

La temperatura de congelación inicial del pescado se refiere a la temperatura a la que cambia de fase (cristalización) el agua dentro del músculo. Depende del contenido de agua y grasa del tejido y, por lo tanto, varía entre especies de peces. La temperatura de la mayoría de los peces está entre 0°C y -2°C; por ejemplo, el bacalao con un 82 % de contenido de agua se congela a -0,9°C (Kolbe & Kramer, 2007).

El mantenimiento de una temperatura de superenfriamiento del pescado puede ralentizar las tasas de crecimiento microbiano y el correspondiente deterioro de los productos pesqueros debido a la actividad microbiana. Sin embargo, la zona de temperatura bajo cero puede influir en las reacciones enzimáticas, ya que la concentración del sustrato aumenta después de la congelación parcial de la fase acuosa, lo

que puede conducir a un proceso de deterioro alterado (Lauzon et al., 2010). Garantizar la calidad del pescado fresco dependerá de mantener la cadena de frío, desde la extracción hasta el consumidor.

3.2.6 Filete de trucha

De los peces de agua dulce, uno de los de mayor demanda mundial es la trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, es uno de los pescados más apreciados por su sabor y propiedades nutricionales. Es relativamente fácil de cultivar y su producción ha experimentado un aumento constante en los últimos años. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la producción de trucha arco iris alcanzó las 739 500 toneladas en 2020, lo que representa el 1,5% de la producción acuícola continental mundial (Sava et al., 2023).

La composición de la carne de trucha arco iris se presenta en la Tabla 2. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios autores para filetes frescos de trucha arco iris. La composición química de los peces varía mucho de una especie y de un individuo a otro dependiendo de la edad, el sexo, el entorno y la estación. La fracción lipídica es el componente que presenta mayor variación. A menudo, la variación dentro de una determinada especie mostrará una curva

estacional característica con un mínimo alrededor del momento del desove. La variación en el porcentaje de grasa se refleja en el porcentaje de agua ya que la grasa y el agua normalmente constituyen alrededor del 80 % del filete (Akköse & Aktaş, 2012).

Tabla 2

Composición de los filetes frescos de trucha arco iris

Componentes	Contenido (%)
Humedad	73,94
Proteína	18,72
Lípidos	5,98
Cenizas	1,27

Nota. Akköse y Aktaş (2012)

3.2.7 El color del filete de la trucha

El color de la carne, especialmente rojo/rosado (Figura 2), es el parámetro de calidad visual más importante en los salmónidos. El color rosado específico es el primer rasgo que los consumidores observan al comprar (Anderson, 2000). Aunque el color no influye directamente en la calidad de la pulpa, los consumidores suelen preferir los salmónidos más rojos, considerándolo como una señal de mejor y más fresco sabor.

Figura 2
Filete de trucha



Nota. Lagoon (2024)

La trucha arco iris, la trucha marrón y el salmón del Atlántico son especies de salmónidos comúnmente cultivadas y consumidas en el mundo debido a su sabor favorable y su alta disponibilidad en los mercados. Las capacidades de producción mundial de salmón del Atlántico, trucha arco iris y trucha marrón son 2 248 000; 814 091 y 29 604 toneladas, respectivamente (FAO, 2018).

La pigmentación amarilla en la trucha resultó en importantes pérdidas económicas para la industria pesquera, ya que la trucha con carne de color amarillo, aunque saludable, no es la preferida por los consumidores. Los carotenoides son responsables de la formación del color típico de la pulpa de los salmónidos y también pueden estar involucrados en la pigmentación amarilla. El aumento del cultivo de trucha de color carne resultó en un crecimiento significativo de las exportaciones

(Yeşilayer, 2020).

Los salmónidos no pueden sintetizar carotenoides, por lo que deben obtenerlos mediante alimentación con dietas especiales. Sin embargo, los carotenoides pueden estar sujetos a algunas modificaciones químicas antes de acumularse en los músculos. Los peces se alimentan principalmente con piensos compuestos que contienen carotenoides. La cantaxantina y la astaxantina son los suplementos comúnmente utilizados en las dietas de los salmónidos para formar el color rosado de la pulpa. La astaxantina es un carotenoide caro y normalmente constituye casi una quinta parte del costo total del alimento y alrededor del 8% del costo total de producción (Yeşilayer, 2020).

Para medir el color de los filetes de trucha se hace uso de la escala de color SalmoFan™ de dsm-firmenich que es ampliamente reconocida como el estándar global para evaluar el color de los filetes de salmón. Dsm-firmenich ha desarrollado una variedad de herramientas de medición de color (Figura 3) diseñadas específicamente para satisfacer las necesidades de la industria, abarcando desde productores de alimentos hasta minoristas. Este estándar de referencia, disponible en formatos físicos y digitales, proporciona un método sencillo, preciso y consistente para medir el color de los filetes de salmónidos (DSM, 2024).

Figura 3

Regla salmofan



Nota. DSM (2024)

3.2.8 Envasado de productos marinos

A pesar de las similitudes en la estructura y composición de la carne de pescado y de los mamíferos, el pescado presenta diferencias distintivas en comparación con la carne. En primer lugar, el pescado no tiene depósitos de grasa visualmente perceptibles. El contenido de grasa en el pescado varía desde <1% hasta más del 20% p/p, pero está dispersa entre las fibras musculares, a diferencia de la carne de los mamíferos. La segunda diferencia es que el colágeno del pescado es de aproximadamente 3% y en la carne de mamíferos puede llegar al 15% (Kontominas et al., 2021).

La tercera diferencia es la estructura del músculo del pescado. La

estructura específica del músculo del pescado da como resultado la textura escamosa característica de la carne del pescado. Una última diferencia entre el pescado y la carne muscular es que no todos los compuestos nitrogenados del pescado se encuentran en forma de proteínas. Los compuestos que contienen nitrógeno no proteico (NPNC) consisten en aminoácidos libres, amoníaco, di y trimetilamina, carnosina, creatina, histamina, etc. Aproximadamente el 1,5% del músculo del pescado se compone de componentes solubles no proteicos (Kontominas et al., 2021).

3.2.9 Envasado al vacío

El envasado al vacío (VP) se refiere a la técnica en la que se elimina el aire de un paquete antes de sellarlo. Su objetivo es eliminar el oxígeno poniendo el material de envasado en contacto íntimo con el producto. Durante la extracción del vacío, la concentración de oxígeno en el paquete se reduce drásticamente en un 97-99%, inhibiendo la proliferación de microorganismos aeróbicos (organismos de descomposición específicos) responsables del deterioro del producto. La reducción de oxígeno también reduce el grado de oxidación. Si, por ejemplo, la presión se reduce de 1000 mbar (1 atm) a 100 mbar, un equivalente de alrededor del 2,1% de oxígeno permanecerá en el paquete

(DeWitt & Oliveira, 2016).

El envasado al vacío (VSP) es una técnica desarrollada para superar algunas de las desventajas del envasado al vacío tradicional (VP) y el envasado al vacío en envases MAP (Figura 4). El concepto VSP se basa en un laminado de película de barrera de plástico altamente dúctil (banda superior) que, al calentarse y aplicarse condiciones de vacío, se coloca sobre un producto alimenticio colocado sobre una película o bandeja rígida (banda inferior), formando así una segunda piel. La banda superior y la banda inferior están completamente selladas entre sí, envolviendo el producto por completo (Kerry, 2012).

Figura 4

Filete de trucha envasado al vacío



Nota. Packagingeurope (2020)

3.2.10 Tipos de envases o embalajes

Según CARTIER (2019) los distintos niveles de envases tienen diferentes propósitos y no todos están destinados a los mismos usuarios o consumidores. Independientemente del tipo de embalaje involucrado, es importante encontrar el equilibrio adecuado entre los distintos niveles de embalaje para garantizar que sus productos se conserven y protejan de forma eficaz.

- a.** El embalaje primario: es la capa inicial de embalaje que toca directamente el producto, como bolsas de plástico o cajas de cartón. Su función principal es contener, proteger y preservar el producto, especialmente de la contaminación. Dirigido al consumidor final, no solo facilita el manejo del producto, sino que también lo hace más atractivo y puede transmitir información impresa sobre el producto.
- b.** El embalaje secundario: agrupa productos fuera del embalaje primario para crear una unidad de almacenamiento, llamada SKU. Ofrece protección adicional y facilita la manipulación de productos más pequeños al agruparlos en un solo paquete. Se personaliza para identificación en el almacén (Cartier, 2019).
- c.** El embalaje terciario, también llamado embalaje a granel o de

tránsito, agrupa grandes cantidades de SKU para transportarlas de un punto a otro, como del centro de producción al punto de venta. Se manejan como unidades de distribución. Previene daños y facilita la manipulación, almacenamiento y transporte de mercancías como el palet envuelto en plástico que contiene varias cajas de cartón (embalaje secundario) para un envío del producto (Cartier, 2019).

- d. Filete de pescado: El filete es un corte largo y sin huesos de casi toda una mitad lateral del pescado, desde la base de la cola hasta la cabeza, excluyendo las agallas. Se obtiene mediante cortes paralelos a la columna vertebral, produciendo dos filetes, uno por cada lado del cuerpo. Este corte representa la mayor parte de la masa muscular del pescado y puede presentarse con o sin piel, según la especie y la presentación comercial (Sabasflores, 2021).

3.3 Marco referencial

Popelka et al. (2014) en el estudio titulado: Comparación de cambios químicos, microbiológicos e histológicos en trucha arco iris fresca, congelada y doble congelada (*Oncorhynchus mykiss*). Realizaron análisis de composición química (contenido de agua, proteínas y grasas), goteo expresable, niveles de nitrógeno volátil total, análisis microbiológicos

(recuentos viables totales, enterobacteriaceae, bacterias psicrotróficas) y exámenes histológicos en músculos esqueléticos dorsales para distinguir frescos, congelados y dobles. Se observaron concentraciones de goteo expresable y de nitrógeno base volátil total significativamente más altas ($P < 0,05$) en la trucha congelada y doble congelada, mientras que la composición química de los músculos del pescado fresco no se vio afectada significativamente por la congelación. Los recuentos viables totales más altos, recuentos de enterobacterias y bacterias psicrotróficas se determinaron en la trucha de congelado doble. La microscopía óptica de los músculos de la trucha fresca no mostró cambios microestructurales, mientras que en la trucha congelada se encontraron deformaciones de las fibras musculares y áreas ópticamente vacías. Se demostró defectos notables de la estructura muscular en la trucha doble congelada y se encontró una rotura total de las fibras musculares.

Rodríguez et al. (2016) demostraron que la atmósfera modificada dentro de los envases con baja concentración de O_2 y alta concentración de CO_2 prolonga significativamente la vida útil del pescado adecuado en el congelador. Se sabe que el envasado al vacío es uno de los métodos para prolongar la vida útil de los mariscos. El propósito del presente estudio fue analizar el efecto del envasado al vacío sobre los índices de

deterioro oxidativo en filetes de pescado *Lethrinus atkinsoni* bajo congelación a -18 °C en 0, 20 y 40 días. La muestra fue de 20 kg de pescado que se dividió en paquetes de 150 g como muestras requeridas y se mantuvo en un congelador. Los filetes se dividieron en dos grupos: el primer grupo se empacó en bolsas de polietileno al vacío, y el otro grupo se consideró como un caso de tratamiento control, mantenido en congelador a -18 °C. Los resultados mostraron índices de avance de deterioro en muestras envasadas al vacío durante 0, 20 y 40 días que se encontraron menores que el tratamiento control con diferencias significativas ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que las muestras envasadas en condiciones de congelación y vacío eran un método adecuado para la baja oxidación de lípidos en los filetes de *L. atkinsoni*, lo que alargó la vida útil de las muestras. Se concluye que el envasado al vacío combinado con el tratamiento de congelación prevalece sobre la congelación individual mediante una conservación aceptable del pescado a largo plazo.

Curran et al. (2007) investigaron el efecto sobre el rendimiento y la calidad de los filetes de la reacción de choque frío de los peces tropicales cuando se congelan inmediatamente después de su muerte. La tilapia (híbrido *Oreochromis musgo-ambicus/niloticus*) se sometió a tres

tratamientos de manipulación: fileteado inmediatamente después de la muerte; glasear el pescado entero inmediatamente después de su muerte y filetearlo después de 3 días; reservar el pescado durante 6 horas a temperatura ambiente antes de glasearlo y luego filetearlo después de 3 días. Todos los filetes se almacenaron en hielo hasta 9 días después de la muerte. El fileteado previo al rigor dio como resultado los mayores rendimientos de fileteado con la menor pérdida por goteo y espacios en el almacenamiento, pero la vida útil más corta. Esto estuvo acompañado por la tasa metabólica post-mortem más alta. Los rendimientos más bajos y la mayor pérdida por goteo se obtuvieron congelando el pescado inmediatamente después de su muerte y fileteándolo después de 3 días. Un retraso de 6 horas antes de la formación de hielo produjo rendimientos y pérdidas por goteo que estuvieron entre estos dos extremos y también el metabolismo post-mortem más lento. Los dos procedimientos de fileteado posteriores al rigor produjeron filetes con mayor separación, pero con una vida útil más larga en comparación con el fileteado previo al rigor.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

Según Supo (2012) el estudio es del tipo observacional, retrospectivo, de nivel descriptivo y correlacional.

4.2 Población y muestra

Fueron los 225 registros de filetes de trucha procesadas durante los meses de diciembre 2022 y enero, febrero 2023 en la empresa COINREFRI S.R.L.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Tipo y diseño de la investigación

- a) Diseño de la investigación: es del tipo no experimental, donde se establecerán las características del filete de trucha congelado y empacado.

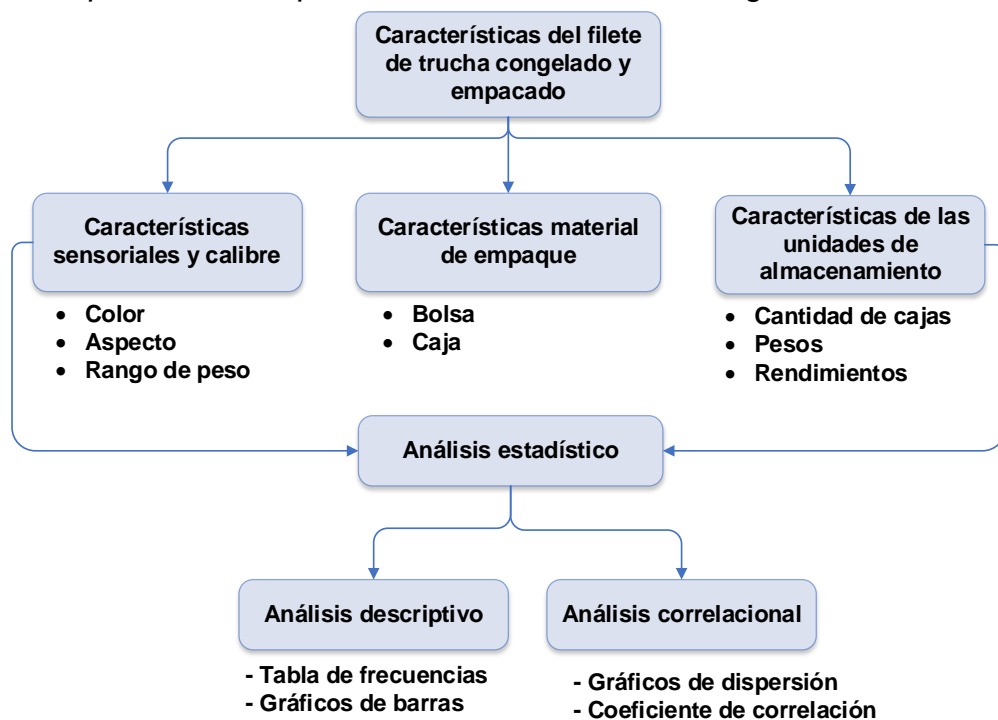
4.3.2 Diseño procedimental

La Figura 5 muestra los pasos realizados en el estudio de las características de los filetes de trucha congelados y empacados en la

empresa COINREFRI.

Figura 5

Diseño procedimental para el estudio de la trucha congelada



4.3.3 Procedimientos de la investigación

Se ejecutaron análisis estadísticos descriptivos y correlacionales.

4.3.4 Análisis de datos

Los datos recopilados a través de las fichas de registro de proceso, fueron analizados mediante el análisis estadístico descriptivo y relacional, a fin de obtener los respectivos estadígrafos de posición y dispersión. Para los cálculos necesarios se utilizó el software SPSS 27 y Office Excel 2021.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE RESULTADOS

5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de datos

Puesto que se trabajó con un diseño no experimental, los datos son secundarios y de tipo retrospectivo pues fueron datos de proceso de congelado y empacado de los filetes de trucha que fueron registrados durante los meses de diciembre 2022 y enero, febrero del año 2023.

5.2 Instrumentos de medición

Fichas de registro de proceso de congelado y empacado.

5.3 Resultados

5.3.1 Características sensoriales y de calibre de los filetes de trucha congelados

La Figura 6 muestra filetes de trucha los cuales presentan un color que comparados con la escala de color salmofan se categorizan y se dispone de su procesamiento final, el cual puede ocurrir que su destino sea para empaques de filete previamente envasados en bolsa nylon de diferentes calibres, a granel o recortes de filetes que no alcanzaron el color requerido o presenten hematomas, golpes o textura flácida.

Figura 6

Filete de trucha y medición de color pigmentación 25 a 28 con salmofan



El análisis de color es crucial para determinar el procesamiento del filete de trucha. También se considera el calibre del filete y la presencia de grietas en el músculo, lo que puede afectar su congelado, decidiendo entre congelación por unidades, a granel o recorte.

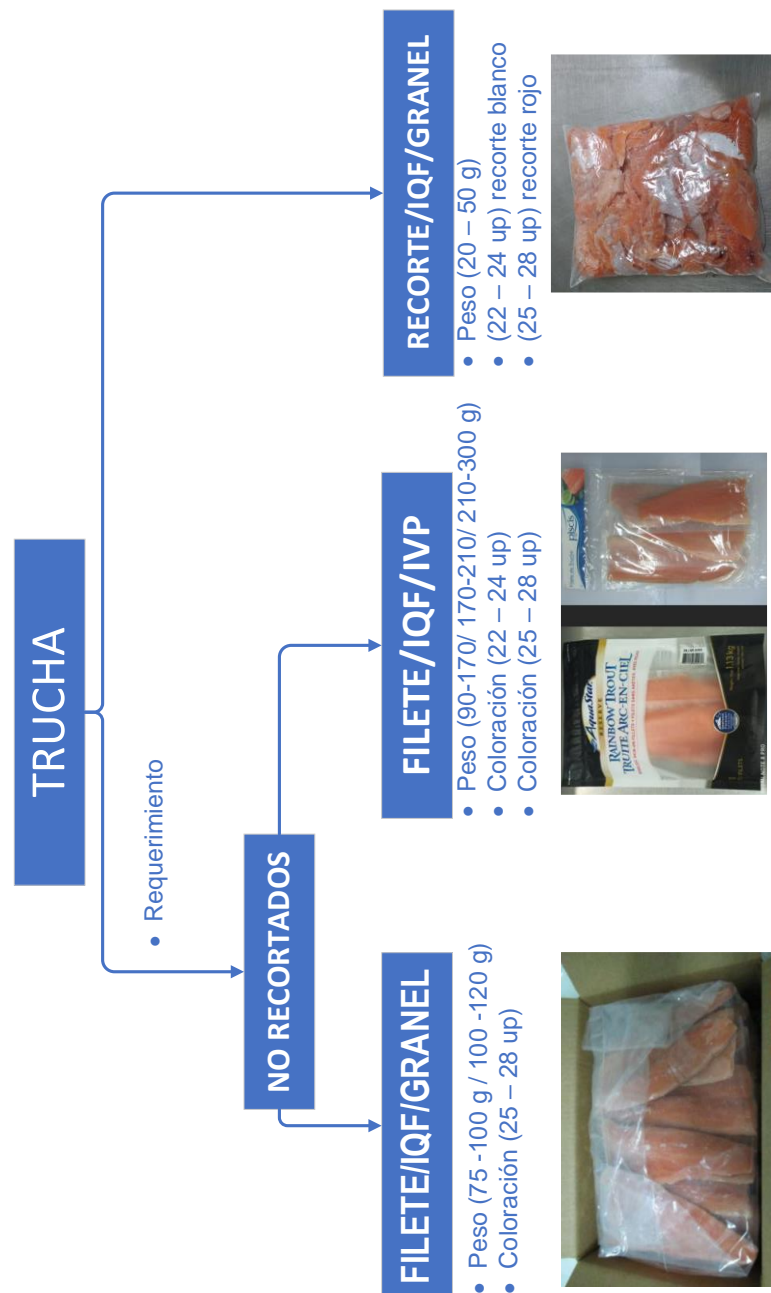
La Tabla 3 muestra las características sensoriales de los filetes de trucha, los cuales se acompañan con la categorización por peso o calibre que consiste en separar las unidades de filete según su peso individual, los cuales aquellos que no alcanzan el peso mínimo categoriza como recorte.

Tabla 3
Categorización por calibre y características sensoriales

Presentación	Rango de peso	Coloración en escala
		SalmoFan
Filete a granel	75 -100 g	(25 – 28)
	100 -120 g	
Filete IVP	90-170 g	(25 – 28)
	170-210 g	(22 – 24)
	210-300 g	
Recortes	20 – 50 g	(22 – 24) recorte blanco
		(25 – 28) recorte rojo.

Figura 7

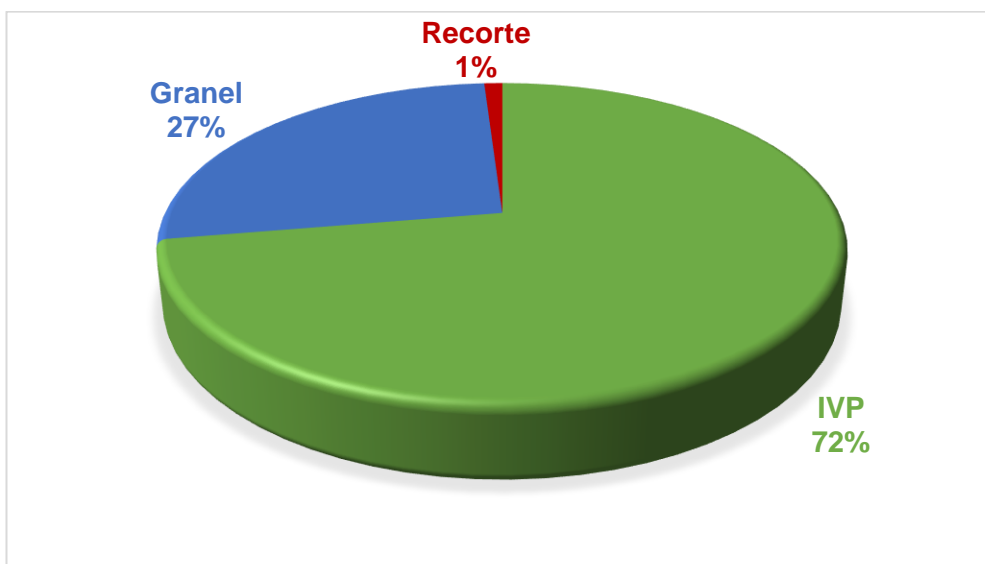
Categorización por presentación según calibre y características sensoriales de los filetes de trucha congelados y empacados



La Figura 8 muestra la distribución de la presentación según tipo de envasado exigidas principalmente por los mercados internacionales (Rusia, Holanda y Canadá) y nacionales como son IVP (72%), granel (27%) además de aquella presentación comercial que corresponde al mercado local dada su condición de calidad, denominada recorte (1%).

Figura 8

Distribución de las presentaciones de los filetes congelados y empacados por tipo de envasado



En la Figura 9 se muestra la presentación del filete en corte tipo Trim C en su envase primario con sellado al vacío, con escala de color salmofan 25 a 28.

Figura 9

Filete congelado de trucha en presentación IVP mercado internacional



Mientras que en la Figura 10, en presentación IVP para mercado local la escala de color corresponde a un rango de 22 a 24.

Figura 10

Filete congelado de trucha en presentación IVP mercado local



Asimismo, la Figura 11 muestra filete congelado de trucha en presentación a granel con color correspondiente a la escala 25-28, para el mercado internacional.

Figura 11

Filete congelado de trucha en presentación a granel mercado internacional



En todas las presentaciones del filete congelado de trucha, a nivel sensorial destacan por su sabor característico y con aspecto de consistencia firme, sin músculo oscuro, ni síntomas de recongelación, enranciamiento, deshidratación o cualquier otra alteración que afecta a las características organolépticas del producto.

5.3.2 Características de los materiales de empaque de los filetes de trucha congelados

5.3.2.1 Bolsas de polietileno de alta densidad

El polietileno de alta densidad (HDPE) es un plástico obtenido del gas etileno. Se utiliza en bolsas, botellas y componentes industriales. Es más denso y duradero que otros tipos de polietileno, como el de baja densidad (LDPE) y el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), debido a sus cadenas moleculares menos ramificadas. Esto le otorga rigidez y robustez (Pristine, 2024).

El HDPE es ideal para envasar materiales voluminosos y es más resistente y duradero que el LDPE, soportando temperaturas más altas. Ambas son reciclables, pero deben separarse para su reciclaje. Las bolsas para uso alimentario deben cumplir con las normativas de la FDA (Pristine, 2024).

Estas características son deseables por COINREFRI para el uso de envasado secundario para los filetes de trucha congelado en unidades de filete congelado IVP (Figura 12) para el mercado exterior.

Figura 12

Bolsa de envasado secundario de polietileno de alta densidad en unidades IVP



5.3.2.2 Bolsas de Nylon

Las bolsas para envasar al vacío se componen principalmente de poliamida y polietileno, siendo la proporción de este último mucho mayor. Poliamida es conocido también como nylon, una fibra sintética de características principales.

Bowe (2024) menciona que las bolsas de nylon para envasado de productos del mar, se consideran una solución fiable y de alto rendimiento diseñada específicamente para la industria de los productos del mar. Fabricadas con precisión y con materiales de primera calidad, las bolsas de envasado de nylon garantizan una frescura y protección óptimas de los productos. Los envases para alimentos congelados están disponibles

para uso hasta temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ después del procesamiento y luego se almacena y envía a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menos después del congelado. Las bolsas utilizadas en COINREFRI son bolsas planas de 3 lados sellados, también conocidas como bolsas planas, suelen tener forma rectangular (Figura 13) de gramaje 70 g/m^2 .

Figura 13

Bolsas de envasado primario de nylon



5.3.2.3 Bolsas de polietileno (Cristal)

Según Redioplastsac (2022) las bolsas de polietileno de baja densidad (cristal) son versátiles y tienen múltiples aplicaciones en el empaquetado de productos. Se emplean para envolver y proteger artículos en tiendas, como ropa, zapatos, juguetes, entre otros. En cuanto al almacenamiento, son útiles para guardar objetos en el hogar, como

documentos, juguetes o alimentos secos. También son empleadas en la comercialización de alimentos.

Este tipo de material se utiliza como bolsas (Figura 14) para el envasado de truchas en presentación IVP y recorte para el mercado local y a granel para el mercado internacional.

Figura 14

Bolsa de envasado primario para recortes y bolsa de envasado secundario para filete IVP congelado, ambos para mercado nacional



5.3.2.4 Caja MASTER (cartón corrugado)

Mitchellincoln (2022) indica que las cajas de cartón corrugado ofrecen varias ventajas para el envasado de alimentos: son resistentes y duraderas, soportando procesos de transporte complejos; ligeras, lo que

facilita su transporte; protegen eficazmente contra la humedad; son adaptables a diferentes formas y tamaños; y permiten una fácil personalización, facilitando el diseño de envases atractivos. En los procesos se utilizan cajas máster de cartón corrugado (Figura 15) a full color o fotocromía con impresión Offset. Estas cajas son comúnmente utilizadas para el correcto agrupamiento de unidades, embalaje y protección de productos de las diferentes formas de filete congelado. El objetivo de este formato es crear una unidad de carga que ayude al almacenamiento y traslado del producto.

Figura 15

Cajas master para envasado terciario



5.3.3 Características de las unidades de almacenamiento

5.3.3.1 Según la cantidad de cajas producidas

La Tabla 4 de datos agrupados del tipo Pareto (Figura 8) para los

calibres preparados a base de filete de trucha congelada principalmente se destacan las presentaciones 110 a 200 g seguido del calibre 75 a 100 g y luego 100 a 120 g, todos ellos congelados por IQF. El calibre de menos preparación es de 20 a 50 g.

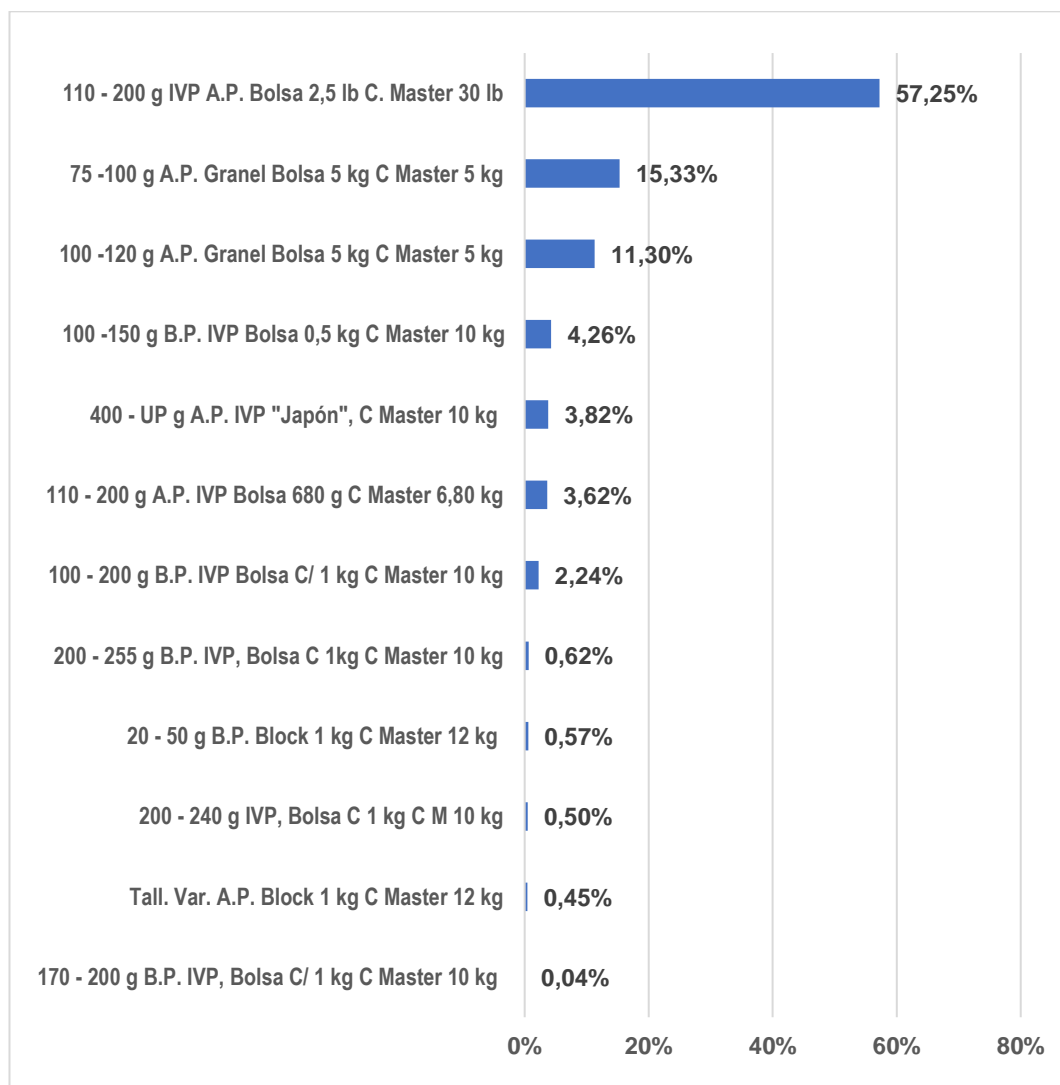
Tabla 4

Cajas de filetes de trucha congelados y empacados según calibre y color

	Recuento	% de N columnas
110 - 200 g IVP, Bolsa 2,5 lb C Master 30 lb	5 519	57,3%
75 -100 g Granel, Bolsa 5 kg C Master 5 kg	1 478	15,3%
100 -120 g Granel, Bolsa 5 kg C Master 5 kg	1 089	11,3%
100 -150 g IVP, Bolsa 0,5 kg C Master 10 kg	411	4,3%
400 - UP g IVP "Japón", C Master 10 kg	368	3,8%
110 - 200 g IVP, Bolsa 680 g C Master 6,80 kg	349	3,6%
100 - 200 g IVP, Bolsa C/ 1 kg C Master 10 kg	216	2,2%
200 - 255 g IVP, Bolsa C 1kg C Master 10 kg	60	0,6%
20 - 50 g Block 1 kg Baja pig C Master 12 kg	55	0,6%
200 - 240 g IVP, Bolsa C 1 kg C M 10 kg	48	0,5%
Tall. Var. Block 1 kg C Master 12 kg	43	0,4%
170 - 200 g IVP, Bolsa C/ 1 kg C Master 10 kg	4	0,0%
	9640	

Figura 16

Distribución de las cajas de filetes de trucha congelados según calibres y color



En la Tabla 5 y Figura 17 se muestran la distribución de las cajas producidas por lote de ingreso a planta (N) de COINREFRI, destacando que el 42,9 % del total corresponden al mayor porcentaje de producción

entre 301 a 500 cajas, mientras que la menor producción está entre 701 a 900 cajas que corresponden al 9,5 %.

Tabla 5

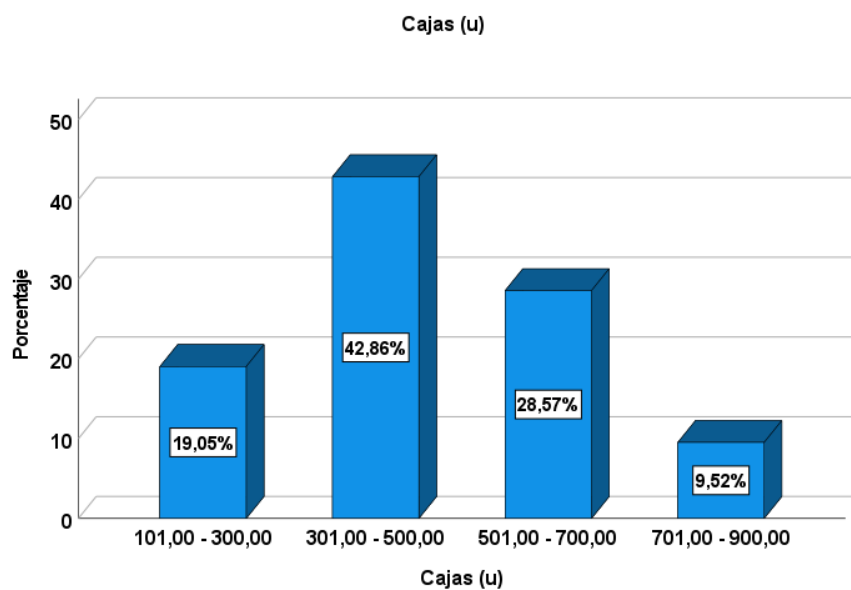
Distribución de cantidad de cajas producidas según lote de ingreso (Agrupada)

Rango de cajas	N	%
101,00 - 300,00	4	19,0%
301,00 - 500,00	9	42,9%
501,00 - 700,00	6	28,6%
701,00 - 900,00	2	9,5%
Total	21	100 %

Nota. Elaborado con SPSS V 27

Figura 17

Distribución de cajas producidas (Agrupada)



Nota. Elaborado con SPSS V 27

5.3.3.2 Según el peso de trucha congelada

La Tabla 6 y Figura 19 de datos agrupados del tipo Pareto para los pesos preparados a base de filete de trucha congelada principalmente se destacan las presentaciones 110 a 200 g seguido del calibre 75 a 100 g y luego 100 a 120 g. El calibre de menos preparación es de 170 a 200 g que se entiende, corresponden a los recortes finales de los filetes.

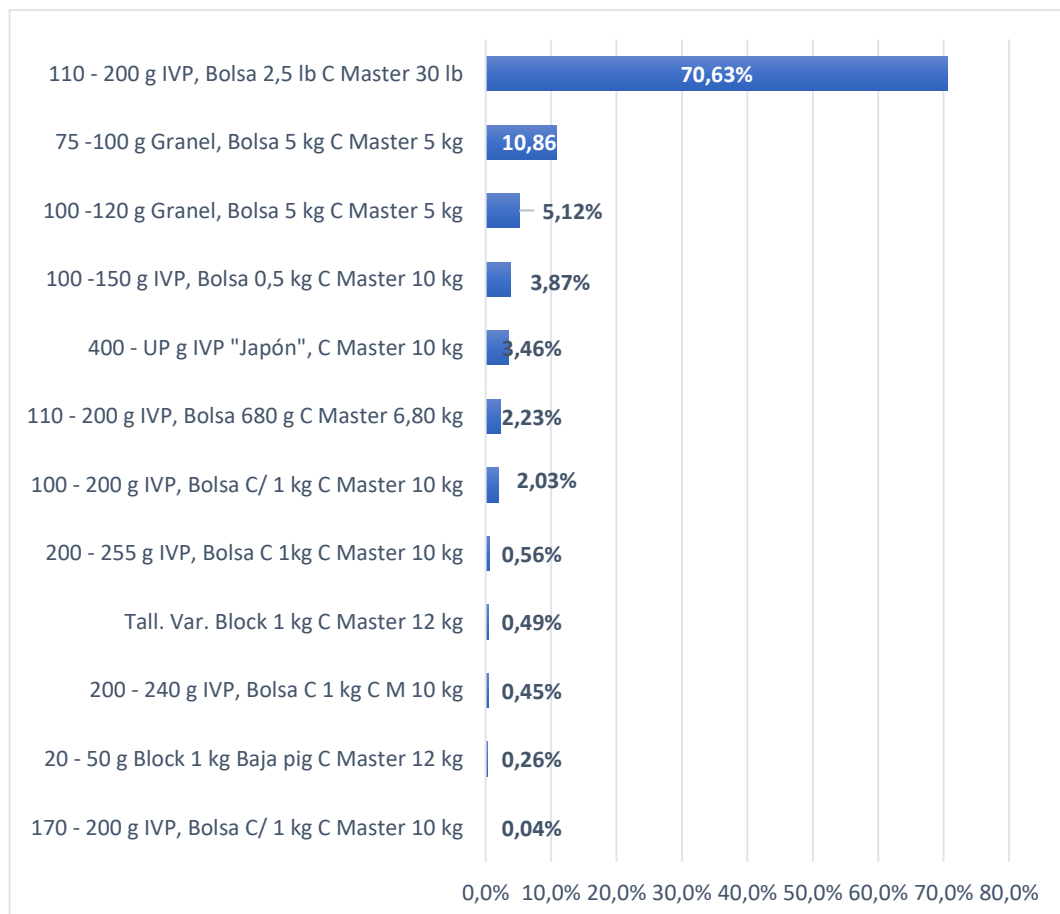
Tabla 5

Pesos de los filetes de trucha congelados y empacados de las diferentes presentaciones con sus respectivos calibres

	Recuento	% de N columnas
110 - 200 g IVP, Bolsa 2,5 lb C Master 30 lb	75 103	70,6%
75 -100 g Granel, Bolsa 5 kg C Master 5 kg	11 550	10,9%
100 -120 g Granel, Bolsa 5 kg C Master 5 kg	5 445	5,1%
100 -150 g IVP, Bolsa 0,5 kg C Master 10 kg	4 110	3,9%
400 - UP g IVP "Japón", C Master 10 kg	3 680	3,5%
110 - 200 g IVP, Bolsa 680 g C Master 6,80 kg	2 373	2,2%
100 - 200 g IVP, Bolsa C/ 1 kg C Master 10 kg	2 160	2,0%
200 - 255 g IVP, Bolsa C 1kg C Master 10 kg	600	0,6%
Tall. Var. Block 1 kg C Master 12 kg	516	0,5%
200 - 240 g IVP, Bolsa C 1 kg C M 10 kg	480	0,5%
20 - 50 g Block 1 kg Baja pig C Master 12 kg	275	0,3%
170 - 200 g IVP, Bolsa C/ 1 kg C Master 10 kg	40	0,0%

Figura 18

Presentaciones de los pesos de filetes de trucha congelado y empackado



Asimismo, en la Tabla 7 y Figura 20 de distribución de los pesos de productos terminados según los lotes de ingreso a planta de COINREFRI (N), se debe destacar que el procesamiento diario a un solo turno que corresponde a una capacidad entre 1,0 tn a 3,0 tn representa solo el 14,29 % del total producido, mientras que para alcanzar a procesar hasta 5 toneladas (38,10 %) se requieren de dos turnos y más de esa capacidad

exige de dos a más días de trabajo que corresponde al 47,62 % del total producido.

Tabla 6

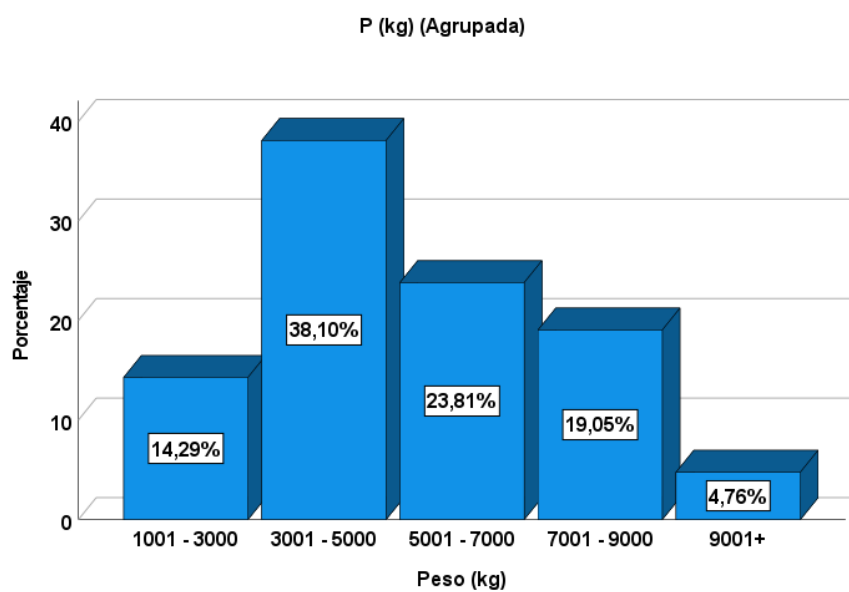
Distribución del peso de filetes de trucha congelada (kg)

Rango de peso (kg)	N	%
1001 – 3000	3	14,3%
3001 – 5000	8	38,1%
5001 – 7000	5	23,8%
7001 – 9000	4	19,0%
9001+	1	4,8%
Total	21	100

Nota. Elaborado con SPSS V 27

Figura 19

Peso (kg) de filetes de trucha congelada (kg)



Nota. Elaborado con SPSS V 27

5.3.3.3 Según rendimiento de trucha congelada

La Tabla 8 y Figura 21 pone en evidencia los rendimientos de mayor frecuencia corresponde a un rango entre el 90 al 95 %, con un 73,3 %; sin embargo, también se ha registrado tan bajos como menos del 65 % que corresponde a una baja frecuencia de suceder con el 2,7 %.

Tabla 7

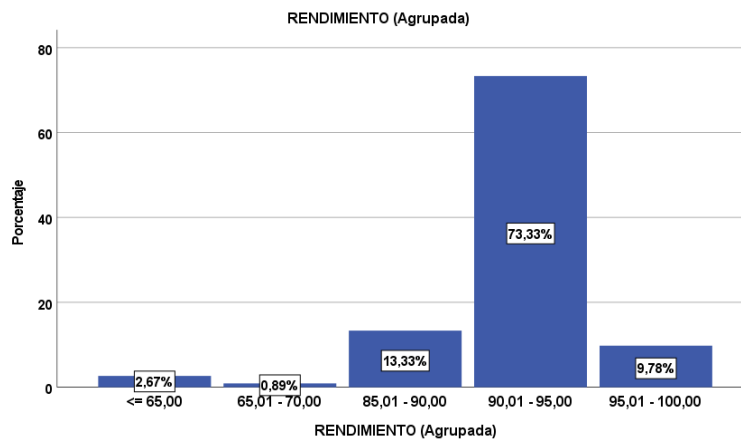
Rendimiento de los filetes de trucha congelados

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
<= 65,00	6	2,7	2,7
65,01 - 70,00	2	0,9	3,6
85,01 - 90,00	30	13,3	16,9
90,01 - 95,00	165	73,3	90,2
95,01 - 100,00	22	9,8	100
Total	225	100	

Nota. Elaborado con SPSS V 27

Figura 20

Rendimiento (Agrupada)

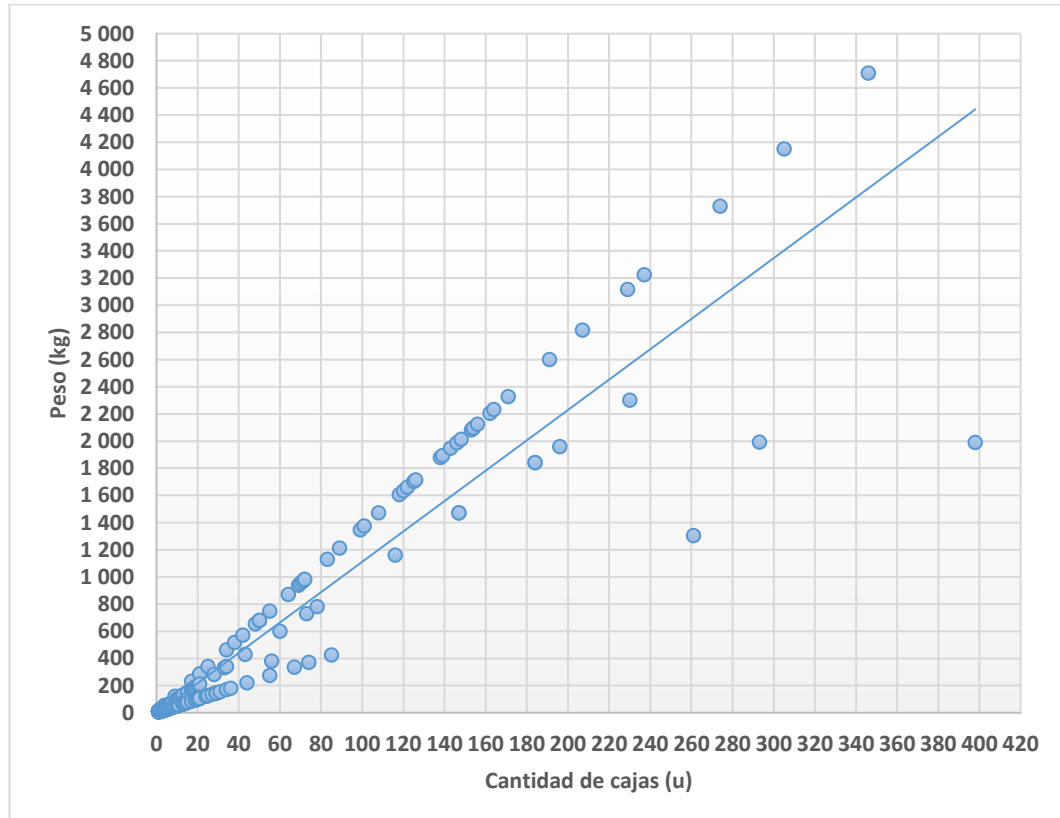


Nota. Elaborado con SPSS V 27

La Figura 22 de distribución entre el peso de los lotes producidos y el número de cajas producidas evidencian una relación directa entre ambas características que se explica básicamente porque todas las cajas de todos los calibres y tipos de filetes congelados producidos tiene el mismo peso nominal registrado. Donde cada tendencia que también se muestra muy probablemente corresponda a los tipos de preparaciones de filetes congelados que con más frecuencia se elaboren.

Figura 21

Relación entre el peso y el número de cajas producidas

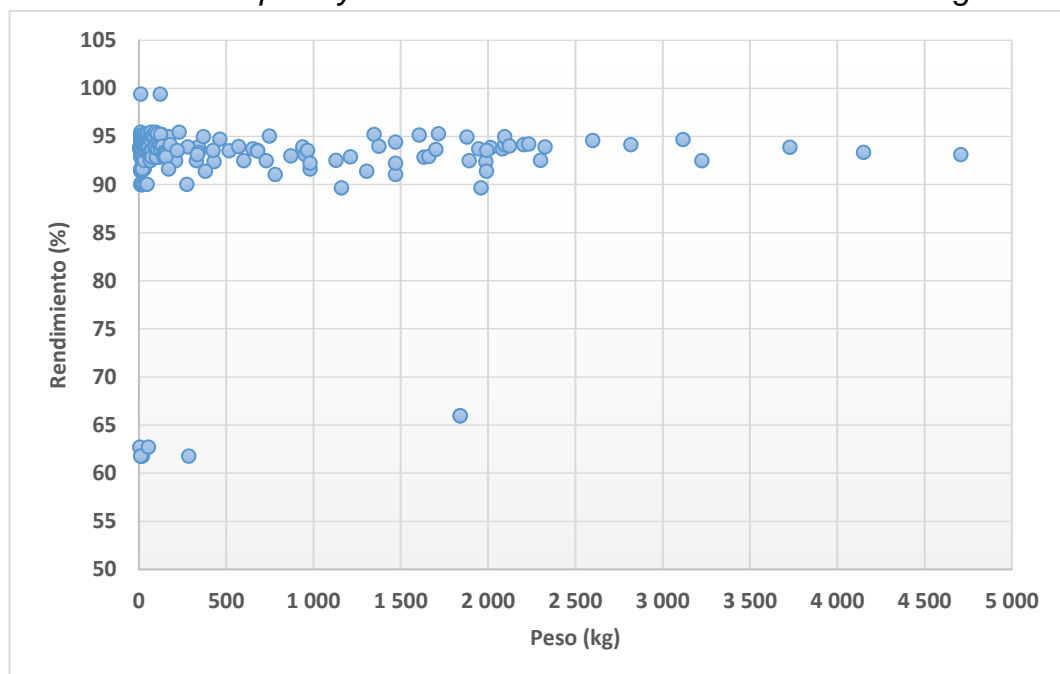


Nota. Elaborado con Ms Office Excel 2021

La Figura 23 muestra la relación entre el peso de los lotes producidos y el rendimiento obtenido, destacándose notablemente que sea cual sea el peso del lote procesado, en general los rendimientos están en el rango entre 90 % a 95 %; siendo inusuales los procesos de congelado con lotes que alcanzaron rendimientos por debajo del 65 % que probablemente ocurrieron porque las tallas no fueron suficientes para el aprovechamiento comercial y de ahí que los residuos (cabeza, cola, espina y vísceras) sean más elevados que el filete.

Figura 22

Relación entre el peso y el rendimiento de los filetes de trucha congelados

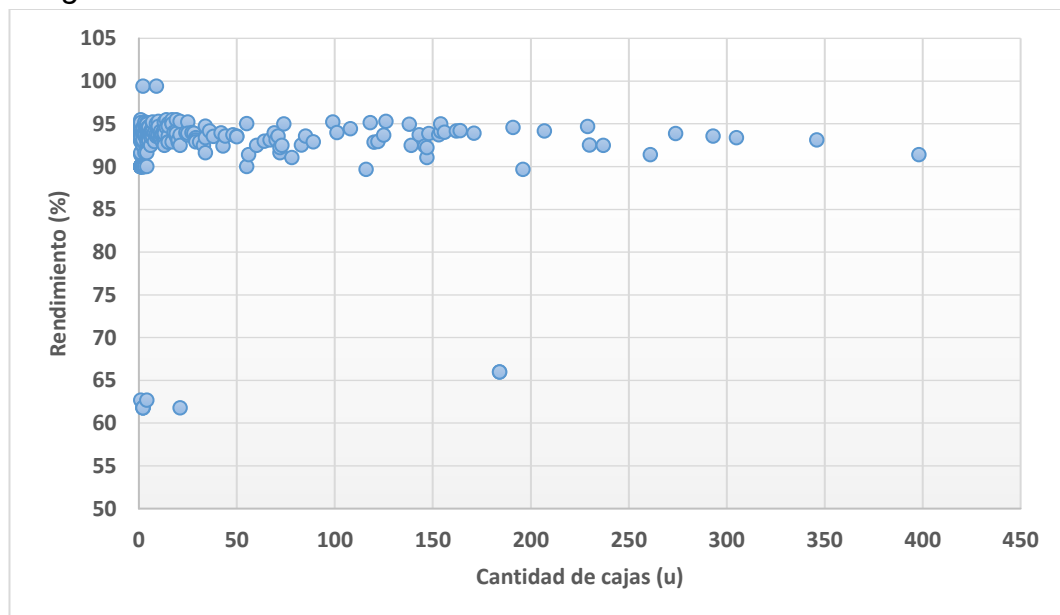


Nota. Elaborado con Ms Office Excel 2021

Asimismo, la Figura 24 de distribución entre cantidad de cajas producidas y el rendimiento, también no evidencia alguna relación entre dichas características, es decir que sea la cantidad de cajas producidas, esta no incide en el rendimiento reportado, por la tanto la variabilidad del rendimiento no se explica por la cantidad de cajas o pesos del filete de trucha congelado y empacado. Valores por debajo del rango frecuente corresponden también a los pesos de las cajas que si están correlacionadas con las cajas y es por ello que se presentan de manera similar a la Figura 23.

Figura 23

Relación entre cajas producidas y el rendimiento de los filetes de trucha congelados



Nota. Elaborado con Ms Office Excel 2021

A fin de corroborar las relaciones identificadas en la Tabla 10 se desarrolló el análisis de correlación considerando a las cajas producidas, peso producido y el rendimiento, obteniendo como resultado que entre las cajas producidas y los pesos obtenidos de cada lote existe una correlación significativa, muy alta y directa. Es decir que el control de las cajas producidas dependerá en gran medida del peso obtenidos de cada lote. Mientras que el rendimiento no necesariamente es un factor que explique una mayor o menor producción.

Tabla 8

Correlación de factores de unidades de almacenamiento de los filetes de trucha congelados

			Peso_kg	Rendimiento
Rho de Spearman	Cajas_U	Coeficiente de correlación	0,976**	0,129
		Sig. (bilateral)	0,000	0,054
		N	225	225
	Peso_kg	Coeficiente de correlación		0,094
		Sig. (bilateral)		0,159
		N		225

Nota. Elaborado con SPSS V 27

Nivel de significancia: α : 0,05

Interpretación:

Sig. (bilateral) $< \alpha$ la correlación es significativa

Sig. (bilateral) $\geq \alpha$ la correlación no es significativa

Tabla 9

Valor de Rho de Spearman

0,00 a 0,19	Muy baja correlación
0,20 a 0,39	Baja correlación
0,40 a 0,59	Moderada correlación
0,60 a 0,79	Buena correlación
0,80 a 1,00	Muy buena correlación

5.4 Discusiones

5.4.1 Características sensoriales y de calibre de los filetes de trucha congelados

Como afirma ORFFA (2024) los beneficios de comer pescado son claros, los problemas relacionados con la disminución de la calidad del filete están amenazando la imagen saludable del consumo de pescado. La disminución de la calidad del filete se debe a una amplia gama de factores. El primero y claro son los malos métodos de manipulación, almacenamiento y procesamiento. La manipulación y el almacenamiento inadecuados del pescado después de la cosecha pueden provocar crecimiento bacteriano y deterioro, lo que da como resultado una carne de menor calidad, mientras que el uso de métodos de procesamiento incorrectos, como fileteado inadecuado, congelación excesiva o empaque

inadecuado, puede afectar la textura, el sabor y el sabor general. Calidad de la carne del pescado. El control de la temperatura y las prácticas de higiene adecuadas son cruciales para mantener la frescura y la calidad del pescado.

5.4.2 Materiales de empaqueo de los filetes de trucha congelados.

Jensen (2023) afirma que los requisitos de envasado para alimentos, pero sobre todo para pescados y mariscos, son especialmente exigentes. El embalaje debe proteger su contenido perecedero contra el deterioro y las influencias externas y, al mismo tiempo, ser lo más económico posible. Los envases de plástico cumplen especialmente bien este perfil de requisitos.

Por otro lado Kontominas et al. (2021) para el pescado en particular es muy difícil sustituir los envases de plástico tradicionales por materiales con propiedades igualmente buenas. Los envases de plástico para productos pesqueros y marinos se han probado durante muchos años. Es seguro, higiénico y no confieren olor ni sabor, lo que resulta especialmente ventajoso para los productos de pescado húmedos. Una cubierta de plástico también protege su contenido contra un deterioro prematuro. Protege el producto de influencias externas negativas como

microorganismos, oxígeno, luz y tensiones mecánicas y, a menudo, incluso se expande y cambia de forma, lo que hace posible la fabricación de contenedores y cajas de envío con aislamiento térmico y resistentes a la sal y a los ácidos. Los recipientes, bandejas, envoltorios o bolsas de plástico son versátiles y adecuados para casi todas las aplicaciones. A pesar de todas las críticas justificadas, el plástico es ideal para el embalaje.

Durante el almacenamiento Sivertsvik et al. (2002) investigó el congelado de trucha arcoíris por cuatro meses y observó pérdida de masa por sublimación en el pescado envasado en aire, pero no en el envasado al vacío. El envasado al vacío prolongó la vida útil sin afectar significativamente la textura, mientras que el envasado en aire causó mayores cambios en los parámetros de textura. Se observó mayor variabilidad en la textura de las carcasas congeladas comparado con los filetes, aunque los filetes presentaron más variabilidad en su textura que las carcasas.

Por otro lado Mouchanat (2020) recomienda que el embalaje primario de los productos congelados debe, en primer lugar, ser apto para el contacto con los productos alimenticios para mantener un cierto grado

de inercia con respecto a los productos alimenticios, es decir, no debe transferir sustancias a los productos alimenticios en proporciones que superen los umbrales establecidos por la normativa. También debe ser hermética para evitar contaminaciones, preservar el producto congelado (limitar su deshidratación y oxidación y conservar sus sabores), limitar la formación de cristales de hielo en la superficie del alimento y evitar fugas de líquido cuando se descongela toda la bolsa.

5.4.3 Características de las unidades de almacenamiento de trucha congelada

Kolbe y Kramer (2007) afirman que los problemas contra los que protegerá un buen embalaje son la pérdida de peso, cambios de textura, pérdidas de sabor, pérdidas nutricionales, malos olores, contaminación con bacterias u otros adulterantes y daños físicos. El material de envasado más adecuado tendrá una baja permeabilidad al oxígeno (para evitar la oxidación de grasas y pigmentos). El material debe ser resistente, ajustado para evitar la pérdida de humedad del producto dentro del paquete, no absorbente de aceite o agua, relativamente económico, fácil de aplicar y fácil de etiquetar. Prevenir la desecación es importante ya que la pérdida de peso del producto podría provocar que el peso neto sea bajo. En la planta de COINREFRI dichos aspectos se controlan

constantemente puesto que el embalado es manual, cada operario verifica el estado de los envases tanto primarios como secundarios de las diferentes presentaciones comerciales.

Investigaciones sobre salmón y bacalao determinaron que el tiempo de fileteado (antes o después del rigor mortis) puede influir en la calidad posterior del filete (ligereza, pH, pérdida por goteo, textura, espacios (Bjørnevik & Solbakken, 2010). Este efecto se estabilizó durante el almacenamiento en hielo de los filetes (Skjervold et al., 2001).

Estas condiciones de uso de hielo son la prioridad en toda la línea de procesamiento de COINREFRI pues el hielo está disponible constantemente para su uso. La prueba de ello es que en general el rendimiento de las diferentes presentaciones de filetes congelados varía entre el 90% al 98 % salvo algunas excepciones producto de las condiciones de desarrollo o presentación de la materia prima con que es recibida en planta para su posterior procesamiento.

SITMA (2021) considera que tanto las unidades de embalaje primario como secundario funcionan según una lógica encaminada a reducir el peso y el volumen del paquete, para facilitar las fases de

distribución y almacenamiento del producto. Esto significa que incluso el cliente final se ve facilitado en las fases que van desde el transporte hasta el almacenamiento en congelador y la eliminación del embalaje. Dichas características se consideran usuales en el procesamiento de las diferentes presentaciones comerciales donde se destaca la tipo "Filete IVP x kg aquastar" que es el de mayor producción pues representa el 57,25 % del total de cajas producidas y además el 70,63 % del peso total procesado; mientras que el tipo "recortes" es de apenas el 1,02 % y 0,74 % de las cajas y del peso producidos respectivamente y que a diferencia de filetes, dichas presentaciones se embalan en diferentes unidades de almacenamiento o cajas que las de filete congelado.

La película de plástico también debe tener buenas propiedades de sellabilidad, especialmente porque los sellos generalmente se hacen en un ambiente fresco. Por ello, a menudo se utiliza una capa de LDPE (polietileno de baja densidad) de bajo punto de fusión. Dicho material se utiliza para todas las presentaciones comerciales de los congelados de COINREFRI, ya sea o no filetes congelados, de esa manera se evitan dañar los envases y una mala presentación del producto final.

CONCLUSIONES

1. Las características sensoriales, específicamente el color que se realiza en la escala salmofan siendo la de mejor calidad la escala 25 – 28 up y el rango del peso de los filetes frescos son el criterio de calidad más importante para decidir el tipo de envasado para su posterior congelado, al que finalmente se analiza el aspecto del filete congelado (defectos).
2. Con respecto a los calibres de los filetes de trucha el tipo IVP representan el 72 % y granel 27 % mientras que la presentación denominada recorte representa el 1 %.
3. Los materiales de envasado primario son bolsas de nylon y polietileno de alta densidad para presentaciones IVP dirigidas al mercado exterior. Las bolsas de polietileno se usan en presentaciones IVP dirigido al mercado local y a granel para el mercado exterior. Las bolsas de polietileno tipo cristal se utilizan para el envasado de recortes, mientras que los materiales de encajonado (cartón corrugado) son de la misma calidad (caja

master) para cualquier producto final.

4. Respecto a las características de las unidades de almacenamiento, el tipo comercial "Filete IVP" es el de mayor producción pues representa el 57,25 % del total de cajas producidas y además el 70,63 % del peso total procesado. En general el rendimiento se encuentra en el rango de 90% a 95 %, con registro de algunos de casos de muy baja o muy alto rendimiento.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar las herramientas de análisis estadístico de calidad en materia prima y producto final a fin de explicar si el proceso está dentro o fuera de control.
2. Evaluar el uso de otros tipos de materiales de empackado y congelado para evitar defectos en el producto final.
3. Investigar la optimización del proceso de congelado y empackado en función al rendimiento y unidades producidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akköse, A., & Aktaş, N. (2012). *Salt Diffusion in Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss)*. 12-16.
- Alfaro, B., Hernández, I., Baliño, L., & Barranco, A. (2013). Quality changes of Atlantic horse mackerel fillets (*Trachurus trachurus*) packed in a modified atmosphere at different storage temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9), 2179-2187. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6025>
- Alfaro, B., Hernández, I., Le Marc, Y., & Pin, C. (2013). Modelling the effect of the temperature and carbon dioxide on the growth of spoilage bacteria in packed fish products. *Food Control*, 29(2), 429-437. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.046>
- Anderson, S. (2000). *Salmon Color and the Consumer*. Oregon State University.
- Avektra. (2021). Package. *Avektra*. <https://www.avektra.ee/package/>
- Bjørnevik, M., & Solbakken, V. (2010). Preslaughter stress and subsequent effect on flesh quality in farmed cod. *Aquaculture Research*, 41(10), e467-e474. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02498.x>
- Bowe. (2024). *Nylon Seafood Packaging Bag -18°C Frozen Food Package*

Supplier. Custom Flexible Packaging Manufacturer & Supplier |
BowePack. <https://bowepack.com/products/nylon-seafood-packaging-bag>

Bunge, M. (2007). *La investigación científica* (4ta. Ed). Siglo XXI.

Caballero, B., Trugo, L. C., & Finglas, P. M. (2003). *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (second edition). Academic Press.

Cartier. (2019). *Primary, secondary and tertiary packaging: What's the difference?* |. *Emballage* Cartier.
<https://www.emballagecartier.com/en/article/primary-secondary-and-tertiary-packaging-whats-the-difference/>

CIEN. (2021). *Evaluación del mercado nacional e internacional de la trucha*. https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/11/CIEN_NSIM2_Noviembre_2021Trucha_-_1-1-1.pdf

COINREFRI. (2019). *Coinrefri agrega valor al procesamiento de pescados con tecnología de Marel*. <https://www.coinrefri.com/coinrefri-agrega-valor-al-procesamiento-de-pescados-con-tecnologia-de-marel/>

Costa, J. C. C. P., Bover-Cid, S., Bolívar, A., Zurera, G., & Pérez-Rodríguez, F. (2019). Modelling the interaction of the sakacin-producing *Lactobacillus sakei* CTC494 and *Listeria monocytogenes* in filleted gilthead sea bream (*Sparus aurata*) under modified

- atmosphere packaging at isothermal and non-isothermal conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 297, 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.03.002>
- Curran, C., Poulter, R., Brueton, A., & Jones, N. (2007). Effect of handling treatment on fillet yields and quality of tropical fish. *International Journal of Food Science & Technology*, 21, 301-310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb00409.x>
- DeWitt, C. A. M., & Oliveira, A. C. M. (2016). Modified Atmosphere Systems and Shelf Life Extension of Fish and Fishery Products. *Foods (Basel, Switzerland)*, 5(3), 48. <https://doi.org/10.3390/foods5030048>
- DSM. (2024). *SalmoFan™*. Herramientas de medición del color SalmoFan™. <https://www.dsm.com/anh/es/products-and-services/tools/salmofan.html>
- Duarte, A. M., Silva, F., Pinto, F. R., Barroso, S., & Gil, M. M. (2020). Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. *Foods*, 9(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/foods9121739>
- Duun, A. S., & Rustad, T. (2007). Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets. *Food Chemistry*, 105(3), 1067-1075. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.020>
- Evans, J. A. (Ed.). (2008). *Frozen food science and technology*. Blackwell

Pub.

Evergreen, S., & Shellard, D. (2022). *Bar chart | Better Evaluation*.

<https://www.betterevaluation.org/methods-approaches/methods/bar-chart>

FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 (SOFIA):*

Meeting the sustainable development goals. FAO.
<https://www.fao.org/documents/card/en?details=I9540EN>

Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y Diseño de Experimentos* (2nd ed.). Mc Graw Hili. Interamericana.

Inmon, W. H., Linstedt, D., & Levins, M. (2019). *Data architecture: A primer for the data scientist* (Second edition). Academic Press.

Jääskeläinen, E., Jakobsen, L. M. A., Hultman, J., Eggers, N., Bertram, H. C., & Björkroth, J. (2019). Metabolomics and bacterial diversity of packaged yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and salmon (*Salmo salar*) show fish species-specific spoilage development during chilled storage. *International Journal of Food Microbiology*, 293, 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.021>

Jensen, T. (2023, febrero 16). Fish packaging is becoming a high-tech product. *Eurofish*. <https://eurofish.dk/fish-packaging-is-becoming-a-high-tech-product/>

Kerry, J. P. (2012). *Advances in Meat, Poultry and Seafood Packaging*.

Elsevier Science & Technology.

Kolbe, E., & Kramer, D. E. (with Alaska Sea Grant College Program, & National Sea Grant Office (U.S.)). (2007). *Planning for seafood freezing*. Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks.

Kontominas, M. G., Badeka, A. V., Kosma, I. S., & Nathanailides, C. I. (2021). Recent Developments in Seafood Packaging Technologies. *Foods*, 10(5), 940. <https://doi.org/10.3390/foods10050940>

Kotu, V., & Deshpande, B. (2019). Chapter 3—Data Exploration. En V. Kotu & B. Deshpande (Eds.), *Data Science (Second Edition)* (pp. 39-64). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814761-0.00003-4>

Lagazio, A. A., & Marañon, G. C. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de filete de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Repositorio Institucional - Ulima*. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/15017>

Lagoon. (2024). *Frozen Farm Trout Rainbow Fillet 5/7 – Skin On – Individually Vacuum Packed (IVP) 4.54kg | Lagoon Seafood*. <https://lagoonseafood.com/products/fre-farm-trout-rainbow-fillet-s-on-5-7oz-4-54kg/>

Lauzon, H., Margeirsson, B., Sveinsdóttir, K., Gudjonsdottir, M.,

- Karlsdottir, M., & Martinsdottir, E. (2010). Overview on fish quality research. Impact of fish handling, processing, storage and logistics on fish quality deterioration. En *Report/Skýrsla Matís* (Vol. 39).
- Maynas, A. J., & Sanchez, A. L. (2018). Diseño de envase, etiqueta y proceso de embalaje para filetes de trucha congelada en base al marco legal establecido que necesiten para su exportación al mercado de Ottawa, Canadá. *Universidad Tecnológica del Perú*. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2022>
- Mitchellincoln. (2022, marzo 14). *A Guide to Corrugated Boxes for Food Packaging – Mitchel Lincoln*. <https://www.mitchellincoln.ca/a-guide-to-corrugated-boxes-for-food-packaging/>
- Mouchanat, L. (2020, julio 22). *What is the best material for packaging frozen food?* Flexico. <https://www.flexico.com/en/what-is-material-for-packaging-frozen-food/>
- Nasopoulou, C., Psani, E., Sioriki, E., Demopoulos, C. A., & Zabetakis, I. (2013). Evaluation of Sensory and in Vitro Cardio Protective Properties of Sardine (*Sardina pilchardus*): The Effect of Grilling and Brining. *Food and Nutrition Sciences*, 4(9), Article 9. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.49122>
- Nettles, C. (2002). Microbial Control by Packaging: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(2), 151-161.

<https://doi.org/10.1080/10408690290825493>

ORFFA. (2024). *The role of feed additives in ensuring optimal fish fillet quality* -.... Orffa. <https://orffa.com/publications/the-role-of-feed-additives-in-ensuring-optimal-fish-fillet-quality-strategies-to-maintain-the-healthy-image-of-fish-consumption/>

PackagingEurope. (2020, agosto 10). *Sealed Air on sustainability through waste reduction*. Packaging Europe. <https://packagingeurope.com/sealed-air-on-sustainability-through-waste-reduction/2312.article>

Petzold, G., & Aguilera, J. M. (2009). Ice morphology: Fundamentals and technological applications in foods. *Food Biophysics*, 4(4), 378-396. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093338212>

Popelka, P., Nagy, J., Pipová, M., Marcinčák, S., & Lenhardt, L. (2014). Comparison of chemical, microbiological and histological changes in fresh, frozen and double frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 83(2), Article 2. <https://cyberleninka.org/article/n/1032698>

Pristine, C. B. (2024). All You Need to Know About HDPE Bags. *Pristine Clean Bags*. <https://www.pristinecleanbags.com/hdpe-bags-explained/>

Provincial, L., Guillén, E., Alonso, V., Gil, M., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2013). Survival of *Vibrio parahaemolyticus* and *Aeromonas*

hydrophila in sea bream (*Sparus aurata*) fillets packaged under enriched CO(2) modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1), 141-147.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.013>

Rediplastsac. (2022, marzo 7). *BOLSA B/D 4X8 CRISTAL – REDIPLAST-
WEB*. <https://rediplastsac.com.pe/producto/bolsa-b-d-4x8-cristal>

Rodríguez, B. L., Alvares, T. da S., Sampaio, G. S. L., Cabral, C. C., Araujo, J. V. A., Franco, R. M., Mano, S. B., & Conte Junior, C. A. (2016). Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Food Control*, 60, 596-605.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.004>

Sabasflores, A. (2021). *Manual para la obtención de filetes de pescado de la fauna de acompañamiento de camarón rosado*. 26.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/821138/2020_REBYC_II_LAC_FILETEADO_DE_FAC.pdf

Sava, A., Uiuu, P., Lațiu, C., Cocan, D., Muntean, G.-C., Papuc, T., Ihuț, A., Răducu, C., Becze, A., Craioveanu, C., Munteanu, C., Constantinescu, R., & Mireșan, V. (2023). PAHs, Physicochemical and Microbiological Analyses of Trout Processed by Traditional Smoking, in Different Types of Packaging. *Fishes*, 8(8), Article 8.

<https://doi.org/10.3390/fishes8080424>

Shawyer, M. (2003). *The Use of Ice on Small Fishing Vessels*.

<https://www.fao.org/3/y5013e/y5013e00.htm>

Simoes, J. S., Mársico, E. T., Lázaro, C. A., Ferreira, M. da S., Franco, R.

M., Pereira, A. P. A. A. S., & Conte-Junior, C. A. (2015).

Microbiological, physical and chemical characteristics of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in modified-atmosphere packaging.

International Journal of Food Science & Technology,

50(1), 128-135. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12644>

SITMA. (2021). Frozen food. *Sitma*.

<https://www.sitma.com/en/sectors/packaging-frozen-food/>

Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K., & Rosnes, J. T. (2002). A review of

modified atmosphere packaging of fish and fishery products—

Significance of microbial growth, activities and safety. *International*

Journal of Food Science and Technology, 37(2), 107-127.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00548.x>

Skjervold, P. O., Fjæra, S. O., Østby, P. B., & Einen, O. (2001). Live-

chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon

(*Salmo salar*). *Aquaculture*, 192(2), 265-280.

[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00447-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00447-6)

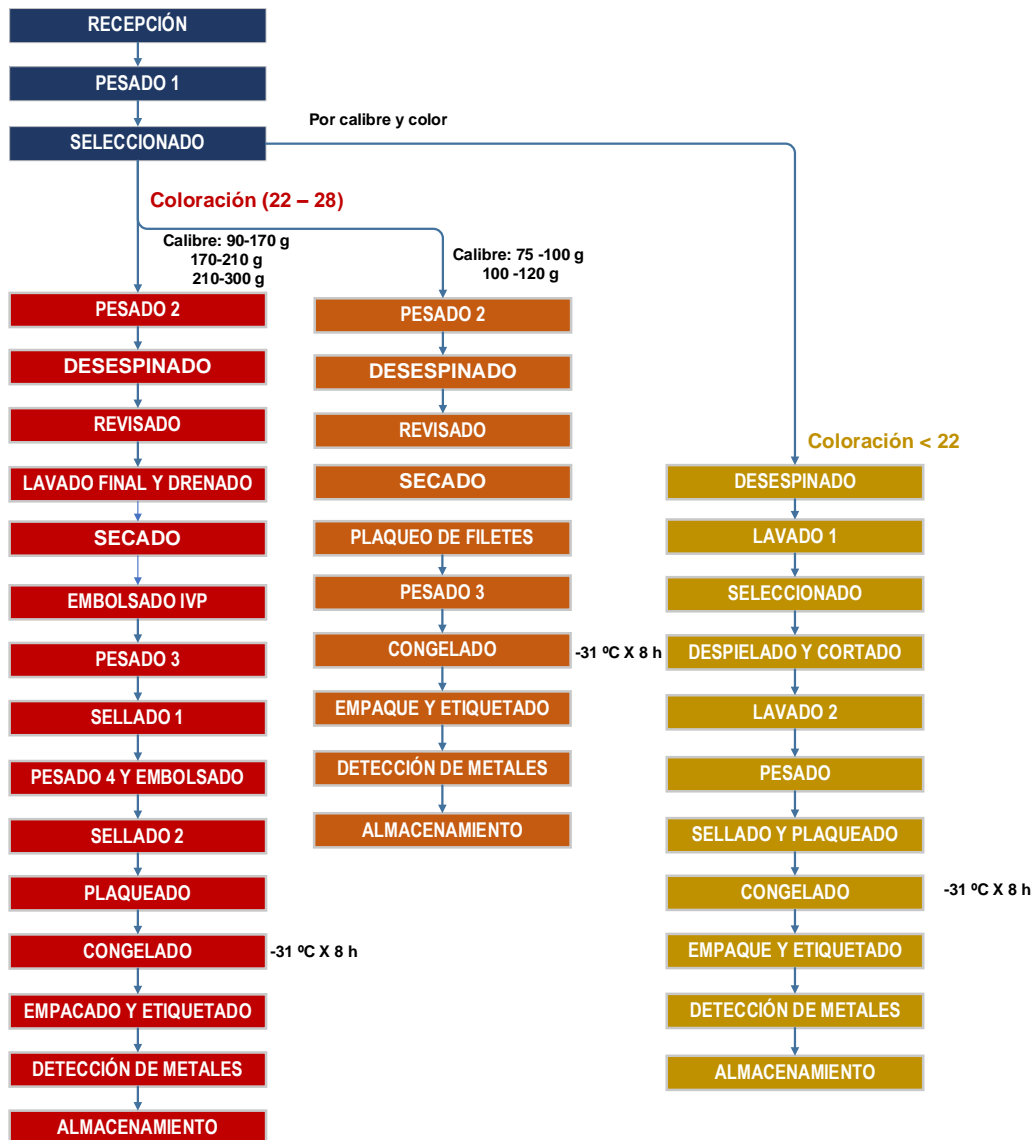
Sterniša, M., Klančnik, A., & Smole Možina, S. (2019). Spoilage

- Pseudomonas biofilm with Escherichia coli protection in fish meat at 5 °C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(10), 4635-4641. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9703>
- Strasburg, G., Xiong, Y. L., & Chiang, W. (2007). Physiology and Chemistry of Edible Muscle Tissues. En *Fennema's Food Chemistry* (4.^a ed.). CRC Press.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la investigación para las ciencias de la salud* (Vol. 1). CreateSpace Independent Publis. www.seminariodeinvestigacion.com
- Valtýsdóttir, K. L., Margeirsson, B., Arason, S., Lauzon, H. L., & Martinsdóttir, E. (2010). *Guidelines for precooling of fresh fish during processing and choice of packaging with respect to temperature control in cold chains*. <https://www.matis.is/media/matis/utgafa/40-10-Guidelines-for-precooling-and-packaging.pdf>
- Yeşilayer, N. (2020). Comparison of Flesh Colour Assessment Methods for Wild Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*), Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Pakistan Journal of Zoology*, 52(3). <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20190520140524>
- Zhu, S., Ramaswamy, H. S., & Simpson, B. K. (2004). Effect of high-

pressure versus conventional thawing on color, drip loss and texture of Atlantic salmon frozen by different methods. *LWT - Food Science and Technology*, 37(3), 291-299.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2003.09.004>

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de elaboración de filete de trucha congelada



Nota. COINREFRI S.R.L. (2022)

Anexo 2. Balance de materia

	Ingresas (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)
RECEPCIÓN			
PESADO 1	1 000		
SELECCIONADO	1 000	0	1 000
Filete bolsa	640		
Filete granel	300		
Recorte	60		

a) Filete de trucha embolsado

	Ingresas (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)
PESADO 2	640	0	640
DESESPINADO	640	9	631
REVISADO	631	2	629
LAVADO FINAL Y DRENADO	629	5	624
SECADO	624	5	619
EMBOLSADO IVP	619	0	619
PESADO 3	619	0	619
SELLADO 1	619	6	613
PESADO 4 Y EMBOLSADO	613	6	607
SELLADO 2	607	3	604
PLAQUEADO	604	5	599
CONGELADO	599	5	594
EMPACADO Y ETIQUETADO	594	4	590
DETECCIÓN DE METALES	590	6	584
ALMACENAMIENTO	584	2	582
Rendimiento	582		

b) Filete de trucha a granel

	Ingresas (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)
PESADO 2	300	0	300
DESESPINADO	300	6	294
REVISADO	294	4	290
SECADO	290	4	286
PLAQUEO DE FILETES	286	3	283
PESADO 3	283	1	282
CONGELADO	282	5	277
EMPAQUE Y ETIQUETADO	277	2	275
DETECCIÓN DE METALES	275	2	273
ALMACENAMIENTO	273	0	273
Rendimiento	273		

c) Recortes de trucha

	Ingresas (kg)	Sale (kg)	Continua (kg)
DESESPINADO	60	0	60
LAVADO 1	60	1	59
SELECCIONADO	59	1	58
DESPIELADO Y CORTADO	58	2	56
LAVADO 2	56	1	55
PESADO	55	0	55
SELLADO Y PLAQUEADO	55	0	55
CONGELADO	55	0	55
EMPAQUE Y ETIQUETADO	55	0	55
DETECCIÓN DE METALES	55	0	55
ALMACENAMIENTO	55	0	55
Rendimiento	55		

$$\text{Rendimiento} = \frac{582 + 273 + 55}{1000} * 100 = 91 \%$$

Anexo 3. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cajas producidas	0,294	214	0,000	0,595	214	0,000
Kg producidos	0,273	214	0,000	0,610	214	0,000
Rendimiento	0,316	214	0,000	0,425	214	0,000

a. Corrección de significación de Lilliefors
