

PROFESOR PATROCINANTE:
Ing. Mg. MBA Dr(c) JOHNNY BLANC SPERBERG
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE CARNE DE SALMÓN ATLÁNTICO ALMACENADO EN "HIELO LÍQUIDO" Y "HIELO ESCAMA": MODIFICACIÓN DE TEXTURA Y COLOR DE LA CARNE.

Trabajo de Titulación para optar al título de **Ingeniero Civil Industrial**

FABIOLA ESTEFANIE MANSILLA ANABALÓN

PUERTO MONTT – CHILE

2014

DEDICATORIA

"Para que pueda surgir lo posible es preciso intentar una y otra vez lo imposible"

-Hermann Hesse

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que siempre se encuentra otorgándonos su protección y la fuerza para afrontar los problemas de cada día. Gracias por cada una de tus bendiciones.

A mis padres, por el apoyo y cariño incondicional que siempre me han brindado frente a cualquier dificultad. Ambos son mi fuente de optimismo y de la alegría de vivir. Gracias por transmitir sus ganas de lograr las metas propuestas, para nunca rendirme.

A mi familia, por inculcar la unidad fraternal, la dedicación y preocupación entregada a mi formación como persona y profesional. Gracias por la gran confianza depositada en mí y por su disposición a ayudar sin importar las circunstancias.

A mis amigos, que siempre estuvieron allí para confortarme y apoyarme día a día en el transcurso de la vida universitaria. Las experiencias y el compartir con ustedes, son el mejor aporte en el camino de la vida.

A mis profesores, incluyendo a los que me han acompañado desde mis inicios en la educación, demostrando interés por instruirme y forjarme como profesional, integrando habilidades de interacción con la sociedad.

A la empresa Multiexport Foods S.A., por haberme proporcionado la información pertinente para este proyecto dentro de sus organizaciones. En especial agradezco al Sr. Carlos Bahamonde por la disposición a transmitir sus experiencias laborales y por darme la posibilidad de ejercer la observación directa en la Planta de procesamiento de carne de Salmón Atlántico en Puerto Montt.

SUMARIO

La carne de Salmón Atlántico de la empresa Multiexport Foods S.A., se somete al constante contacto directo con "hielo líquido" y "hielo escama" elaborados en las mismas instalaciones, con el fin de aumentar la vida útil de la carne de salmón y garantizar mayor rendimiento en procesos posteriores de manipulación, como la congelación de la carne Premium para exportación. Asimismo, los insumos utilizados también son elaborados por otras empresas que prestan servicios de enfriamiento, como Q'HIELO Ltda., con motivo de proveer un método de conservación para la carne de salmón en base a bajas temperaturas, evitando la rápida acción de agentes microbiológicos, enzimas y oxidación de lípidos.

La empresa Multiexport Foods S.A. se expuso a una evaluación para comparar las capacidades de conservación de los insumos en la carne de salmón, así como también, costos de elaboración y transporte de insumos, durante un año.

Como resultado del estudio y análisis de la condición física de la carne de salmón Premium para EEUU de esta empresa, se presentó la comparación entre los tipos de hielos a través de parámetros de textura y de color. Además, de beneficios brutos obtenidos. Por lo tanto, para el desarrollo de esta evaluación se estableció lo siguiente estructura:

- La creación del marco teórico para orientar los análisis físicos y comerciales de la carne de salmón.
 Igualmente, para comprender los tipos de hielo utilizados en conservación en frío de los productos.
- 2. Diagnóstico de la cadena de frío para carne de salmón, incluyendo un análisis técnico y comercial, con motivo de comparar los tipos de "hielo líquido" y "hielo escama" utilizados en la conservación de carne de Salmón Atlántico.
- 3. Recopilación y estudio de resultados obtenidos en cada etapa desarrollada.
- 4. Determinación de tipo de hielo con mayor capacidad de conservación de productos y mejor desempeño en costos.
- 5. Conclusiones y recomendaciones, integrando consideraciones para próximos análisis.

Los análisis efectuados en el presente proyecto, sirvieron para determinar la influencia de los tipos de hielo en la apariencia de la carne de salmón, manteniendo la estabilidad de la cadena de frío y proporcionando productos de calidad a los clientes. Esto se apoyó en la información relacionada al efecto producido por la refrigeración y congelación sobre la calidad del producto y en la prolongación de vida útil.

De esta forma la empresa, por medio de una correcta asimilación de los resultados debido a esta evaluación, lograría determinar el mejor uso del tipo de hielo con mayor proyección de mantener la calidad de los productos durante un tiempo determinado, aun cuando no haya logrado un mejor desempeño en costos.

Índice de Contenido

		Página
1.	ANTECEDENTES GENERALES.	1
1.1.	Introducción.	1
1.2.	Planteamiento del Problema.	2
1.3.	Objetivos.	4
1.3.1.	Objetivo General.	4
1.3.2.	Objetivos Específicos.	4
1.4.	Descripción de la Empresa.	5
1.4.1.	Empresa Elaboradora de Productos basados en Carne de Salmón.	5
1.4.2.	Empresa Productora de insumos "hielo líquido" y "hielo escama".	7
2.	MARCO TEÓRICO.	9
2.1.	Industria del Salmón en Chile.	9
2.1.1.	Características de las Especies Salmonídeas.	14
2.1.2.	Cosecha de Salmones.	15
2.1.3.	Transporte de Salmones en Bins.	17
2.1.4.	Método Carta Color Roche para Medición de Coloración en Carne de Salmón.	18
2.1.5.	Medición de Textura en Carne de Salmón.	19
2.2.	Alimentos Perecederos.	21
2.3.	Características Organolépticas de los Alimentos.	22
2.4.	Seguridad Alimentaria.	22
2.5.	Conservación de Alimentos en Frío.	25
2.5.1.	Refrigeración.	28
2.5.2.	Congelación.	29
2.5.3.	Agentes Microbiológicos.	31
2.5.4.	Autólisis.	33
2.5.5.	Oxidación.	34
2.6.	Cadena de Frío en la Cadena de Suministro.	35
2.6.1.	Logística en la Cadena de Frío.	36
2.6.2.	Puntos Críticos en la Cadena de Frío.	37
2.6.3.	Cámaras Frigoríficas.	38
2.6.4.	Vehículo Especial Refrigerado.	39
2.6.5.	Transferencia de Calor.	40
2.7	Alternativas de Hielos (insumo) para Refrigeración.	44
2.7.1	Hielo en Escamas ("hielo escama").	44
2.7.2	Hielo Gel ("hielo líquido").	45
2.8	Metodologías para Recopilación de Información.	50

vi	

2.8.1	Entrevista.	50
2.8.2	Encuesta.	52
2.8.3	Observación Directa.	52
2.9	Análisis Estadístico.	53
2.9.1	Pruebas de Distribución Normal.	53
2.9.2	Pruebas No Paramétricas.	55
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.	58
3.1.	Diagrama del Diseño Metodológico.	58
3.2.	Desarrollo del Diseño Metodológico.	59
3.2.1.	Primera Etapa.	59
3.2.2.	Segunda Etapa.	60
3.2.3.	Tercera Etapa.	62
4.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	63
4.1.	Diagnóstico de Cadena de Frío para Carne de Salmón.	63
4.1.1.	Caracterización y Estudio de Cadena de Frío para Carne de Salmón.	63
4.1.2.	Entrevistas con Expertos.	68
4.1.3.	Resultados del Diagnóstico.	70
4.2.	Análisis Técnico.	71
4.2.1.	Caracterización de Insumo "hielo líquido" y "hielo escama".	71
4.2.2.	Parámetro Físico Color y Textura, al usar "hielo líquido" y "hielo escama".	73
4.2.3.	Determinación de Transferencia de Calor en Salmones.	82
4.2.4.	Resultados de Análisis Técnico.	84
4.3.	Análisis Comercial.	86
4.3.1.	Desempeño de Costos por Uso de Insumo "hielo líquido" y "hielo escama".	86
4.3.2.	Resultados de Análisis Comercial.	91
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	92
6.	BIBLIOGRAFÍA.	94
7.	LINKOGRAFÍA.	97

Índice de Figuras.

	Página
Figura N° 1.1: Producto Filete de carne de salmón.	6
Figura N° 1.2: Organigrama Multiexport Foods. S.A.	7
Figura N° 1.3: Utilización de "hielo líquido" para conservación de salmones.	8
Figura N° 1.4: Organigrama Q´HIELO Ltda.	8
Figura N° 2.1: USMM\$ FOB exportaciones Chilenas de Salmón y Trucha, año 2011- 2013.	11
Figura N° 2.2: Toneladas de Salmón y Trucha chilenas exportadas, año 2011- 2013.	12
Figura N° 2.3: Precios de carne de salmónidos fresco refrigerado, año 2014.	13
Figura N° 2.4: Precios de carne de salmónidos congelados, año 2014.	13
Figura Nº 2.5: Salmón Atlántico (Salmo salar).	14
Figura Nº 2.6: Salmón Coho (Oncorhynchus Kisutch).	14
Figura Nº 2.7: Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss).	15
Figura N° 2.8: Instalaciones para alternativa de cosecha.	17
Figura N° 2.9: Transporte de salmones cosechados.	18
Figura N° 2.10: Zonas para mediciones de textura en Filete Salmón Atlántico (1 a 7).	21
Figura N° 2.11: Esquema de la conservación de alimentos por frío.	25
Figura N° 2.12: Curva típica crecimiento de microorganismos.	32
Figura N° 2.13: Cadena de frío.	36
Figura N° 2.14: Conducción de calor a través de una pared plana grande, de espesor Δx y área A.	42
Figura N° 2.15: North Star Modelo 90 escamas utilizados en fabricantes de Hielo en Puerto Montt, C	Chile.
	45
Figura N° 2.16: Utilización de "hielo líquido".	47
Figura N° 2.17: Planta generadora de "hielo líquido".	47
Figura N° 2.18: Modelo ISP-10 para hielo fluido de la Compañía VLADFRIZING.	48
Figura N° 3.1: Etapas y actividades del diseño metodológico.	59
Figura N° 4.1: Esquema de Cadena de Producción Multiexport Foods S.A.	63
Figura N° 4.2: Descarga de bins en compañía Multiexport Foods. S.A.	64
Figura N° 4.3: Manipulación y deformidad de salmón atlántico.	65
Figura N° 4.4: Planta de Procesos de Productos Frescos y Congelados Multiexport Foods S.A.	65
Figura N° 4.5: Clasificación por tipo de producto Filete Salmón Atlántico refrigerado.	67
Figura N° 4.6: Producto Filete Salmón Atlántico congelado en caja de cartón.	67
Figura N° 4.7: Porciones de Salmón Atlántico envasadas.	68
Figura N° 4.8: Carne de Salmón Atlántico en bins con "hielo líquido" y en cajas de poliestireno expa	ndido
con "hielo escama".	73

Figura N° 4.9: Regla con escala Carta Color Roche.	74
Figura N° 4.10: Medición con escala Roche a Filete de Salmón Atlántico conservado en "hielo líquido".	74
Figura N° 4.11: Medición con escala Roche y temperatura a Filete Salmón Atlántico conservado en "hic	elo
escama".	75
Figura N° 4.12: Medición de Índice de Rigor (%IR) en Salmón Atlántico conservado en "hielo líquido" y	
"hielo escama".	79
Figura N° 4.13: Dimensiones de Filete Salmón Atlántico, tipo FILETE A.	83
Figura N° 4.14: Dimensiones de Filete Salmón Atlántico, tipo FILETE B.	83
Figura N° 4.15: Distribución de costos directos estimados por insumo.	89

i

Índice de Tablas

	Página
Tabla N° 2.1: USMM\$ estimados octubre años 2011 - 2012.	10
Tabla N° 2.2: Exportaciones por especie acuícola – año 2013.	11
Tabla N° 2.3: Las cuatro fases del deterioro del pescado.	23
Tabla N° 2.4: Vida útil en almacenamiento de productos de origen animal y vegetal.	27
Tabla N° 2.5: Ventajas e inconvenientes de la refrigeración y la congelación de pescados.	30
Tabla N° 2.6: Propiedades de tipos de carne y conductividad térmica k.	43
Tabla N° 2.7: Especificaciones técnicas del modelo ISP-10.	49
Tabla N° 2.8: Pruebas estadísticas según condiciones de uso.	57
Tabla N° 4.1: Resumen de características por tipos de hielo.	72
Tabla N° 4.2: Pruebas de normalidad según p-valor obtenido y considerando nivel de significan	ıcia de
$\alpha = 0.05$.	76
Tabla N° 4.3: Graduación en Índice de Rigor (%IR) utilizado por la empresa Multiexport Foods	S.A. 78
Tabla N° 4.4: Pruebas de normalidad según p-valor obtenido y considerando nivel de significan	ıcia de
$\alpha = 0.05$.	80
Tabla N° 4.5: Dimensiones de Filete fresco Salmón Atlántico.	83
Tabla N° 4.6: Variables de tipo FILETE A con "hielo líquido".	84
Tabla N° 4.7: Variables de tipo FILETE B con "hielo líquido".	84
Tabla N° 4.8: Cantidades relacionadas a la producción de carne de Salmón Atlántico.	86
Tabla N° 4.9: Costos de producción estimados por insumos (tipos de hielo).	87
Tabla N° 4.10: Costos Directos estimados según producción durante el año 2014, utilizando in	sumo "hielo
líquido" y "hielo escama".	88
Tabla N° 4.11: Comparación de Costos Directos estimados durante el año 2014, entre insumo	"hielo
líquido" y "hielo escama".	88
Tabla N° 4.12: Comparación de Beneficio Bruto durante el año 2014, entre insumo "hielo líquio	o" y "hielo
escama".	89
Tabla N° 4.13: Costos Directos estimados por kilogramo de carne de Salmón Atlántico produci	da en el
año 2014.	90
Tabla N° 4.14: Comparación de Beneficio Bruto entre insumo "hielo líquido" y "hielo escama", p	or
kilogramo de carne de Salmón Atlántico producida en el año 2014	90

Índice de Anexos.

- ANEXO A: Guía de entrevista sobre enfriamiento de carne de Salmón Atlántico.
- ANEXO B: Guía de entrevista sobre costos directos de enfriamiento de carne de Salmón Atlántico.
- ANEXO C: Guía de entrevista sobre control de calidad de carne de Salmón Atlántico.
- ANEXO D: Ficha técnica de "hielo líquido".
- ANEXO E: Ficha técnica de "hielo escama".
- ANEXO F: Datos por tipo de hielo según mediciones del factor color.
- ANEXO G: Pruebas de Distribución Normal según el factor color.
- ANEXO H: Prueba no paramétrica según factor color.
- ANEXO I: Prueba no paramétrica Mann-Whitney según factor color.
- ANEXO J: Gráfico Box-Plot por tipos de hielo según factor color.
- ANEXO K: Datos por tipos de hielo según mediciones de factor textura.
- ANEXO L: Pruebas de Distribución Normal según factor textura.
- ANEXO M: Prueba no paramétrica según factor textura.
- ANEXO N: Prueba no paramétrica Mann-Whitney según factor textura.
- ANEXO O: Gráfico Box-Plot por tipos de hielo según factor textura.
- ANEXO P: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre filete de Salmón Atlántico (FILETE A) y "hielo líquido".
- ANEXO Q: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre filete de Salmón Atlántico (FILETE A) y "hielo escama".
- ANEXO R: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre filete de Salmón Atlántico (FILETE B) y "hielo líquido".
- ANEXO S: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre filete de Salmón Atlántico (FILETE B) y "hielo escama".
- ANEXO T: Tipo de cambio respecto al dólar estadounidense, durante el año 2014.

1. ANTECEDENTES GENERALES.

1.1. Introducción.

A lo largo de la historia, el hombre ha necesitado del consumo de pescado fresco antes que otro tipo de producto pesquero. Sin embargo, el pescado se deteriora fácilmente por el desarrollo de bacterias y a la alteración de sus proteínas y grasas, por lo que ha sido necesario desarrollar métodos para su preservación desde épocas muy remotas. Los países desarrollados, como Estados Unidos y Europeos, muestran que el pescado enfriado con hielo data desde hace más de cien años. Es por ello que las ventajas prácticas de la utilización del hielo en la manipulación de productos alimenticios, se encuentran comprobadas para conservar su frescura.

Chile debido a los diversos tratados de libre comercio (TLC), se reconoce como uno de los países con más avances en el manejo de la cadena de frío de los productos, puesto que necesita abastecerse de mercados lejanos y sus exportaciones se desarrollan hacia otros continentes u otro lado del hemisferio.

Los pescados son considerados altamente perecederos dado su descomposición, pero poseen un alto valor nutricional. Es por ello que se debe utilizar tecnología avanzada en la conservación de alimentos y así conseguir la satisfacción de los consumidores. Entonces, es importante que las nuevas tecnologías aplicadas al rubro pesquero sean revisadas y analizadas, prestando especial atención a los principales a las técnicas para refrigeración y propiciar la posterior congelación de los productos.

La industria de salmón presente a lo largo del sur de Chile, reconoce a la cadena de frío como la principal etapa dentro del proceso productivo, constituida esencialmente por una serie de equipos refrigerados, cuyo fin es mantener la calidad del producto y asegurar la inocuidad del alimento. La cadena de frío aplicada en la industria del salmón poseen rangos de operatividad entre los 0[°C] (en cámaras de refrigeración) hasta los -26[°C] (en túneles de frío o cámaras de congelación), abarcando también sitios de almacenamiento de transición y transporte.

La situación actual del sector es ampliamente favorable, las actividades ligadas al enfriamiento de carne de salmón con "hielo líquido", posee altos estándares debido a los avances tecnológicos y el apoyo a la innovación, en búsqueda de que la carne de salmón llegue en óptimas condiciones a su refrigeración y congelación.

Sin la aplicación de un adecuado sistema de conservación por frío, difícilmente se llegará con productos frescos a los lugares de destino. La mantención por medio de enfriamiento de productos, utilizando "hielo líquido" y "hielo escama", permite asegurar la calidad de la carne de salmón durante su almacenamiento, evitando el rápido deterioro de estos.

A continuación, se presenta la recolección de datos en relación a los salmónidos y los tipos de hielos, elaborando una evaluación en detalle de los efectos sobre el producto, demostrando beneficios y alteraciones en el proceso.

1.2. Planteamiento del Problema.

En el transcurso de los años, Chile ha experimentado un potente desarrollo en diversas actividades económicas, incidiendo ampliamente desde la décima región hacia el sur. El evidente crecimiento en el área salmonera, miticultura y pesca extractiva, se relacionan al cultivo y explotación de recursos marinos, además de los procesos de mantención. Para lograr estas actividades, es necesario que cada empresa del rubro cuente con sistemas de conservación de productos en frío, para mantener la calidad de los productos acuícolas en el traslado y almacenamiento, otorgando la sustentabilidad que se requiere para el abastecimiento a los consumidores.

En la industria del salmón, es imprescindible conseguir la conservación de los recursos dentro de la cosecha y su procesamiento por tiempos más prolongados y de forma eficiente, evitando dañar las propiedades nutritivas durante su manipulación, almacenaje y transporte. Esto se obtiene mediante el manejo adecuado de una cadena de frío (Bravo, 2013).

Todos los métodos de enfriamiento para los productos, que son utilizados para otorgar sustentabilidad a los procesos productivos en la industria de salmones, requieren de una constante mantención y optimización, como también demostrar que son servicios de enfriamiento con alta flexibilidad, considerando la orientación a la calidad e inocuidad que deben mantener los productos alimenticios. Es aquí donde se puede hacer uso de "hielo líquido" y "hielo escama" de empresas que prestan servicios a la industria salmonera, como la empresa Q'HIELO Ltda., utilizando estos tipos de hielo en contacto directo con los alimentos perecederos, durante el traslado de la cosecha y almacenamiento de los salmones.

Entre los tipos de hielos utilizados para los procesos de conservación, se identifica la necesidad de comprobar cuál de ellos es el más adecuado para cumplir con los requisitos de las empresas del rubro salmonero de Puerto Montt y estar dentro de los estándares de los consumidores. Por su parte, el "hielo líquido" es un producto innovador que podría entrar al mercado de forma potencial dada su fácil forma de producción y dependiendo de sus características para conservar los productos.

Se destaca que la aplicación del "hielo líquido", como explica BELLAS y Tassou, o el uso de "hielo escama" en los salmones, es capaz de ampliar la vida útil de los alimentos, tener efectos positivos en la comercialización, mantener la calidad de los productos y la bioseguridad de los alimentos, por medio de la minimización del deterioro por microorganismos durante la cadena de frío que ocasionan daño en la textura y color de la carne de salmón, considerando también, el estudio elaborado por FRAZIER y Westhoff y ARMSTRONG, Quintana y Chesta, en este ámbito (BELLAS y Tassou, 2005; FRAZIER y Westhoff,1993; y ARMSTRONG, Quintana y Chesta, 2012).

De acuerdo a lo anterior, se logra responder a preguntas como: ¿A qué tipo de hielo recurrir al momento de necesitar un sistema de enfriamiento para mantener los productos por mayor tiempo durante el transporte, manteniendo la calidad en textura y color de la carne de salmón?, puesto que conservar

productos trasladados de un lugar a otro, posee un costo por calidad de enfriamiento y mantención; ¿Qué tipo de hielo resulta ser más efectivo para el almacenamiento de carne de salmón en cámaras frigoríficas durante su procesamiento?, dado los beneficios que posee para la conservación; ¿En qué empresas puedo comprobar el uso de "hielo líquido" o "hielo escama" y verificar la veracidad de mi evaluación a la cadena de frío durante el almacenamiento?

Bajo estas perspectivas de la industria, es posible comparar las características que los tipos de hielo ofrecen al mercado acuícola. Esta investigación selecciona como objetivo principal la evaluación del "hielo líquido" y "hielo escama", la cual puede determinar si efectivamente un insumo es mejor que otro cuando se utiliza en salmones de la empresa Multiexport Foods S.A ubicada en Puerto Montt, complementado con datos provenientes de empresa Q'HIELO Ltda., productora de los tipos de hielos para empresas del rubro.

El desarrollo de la investigación se justifica en la necesidad de obtener un informe detallado que incorpore un diagnóstico del método de conservación en frío de los productos, durante el almacenamiento de la carne de salmón, como así también la evaluación de aspectos comerciales y técnicos de ambos tipos de hielos, lo cual incluye cambios en textura y color de la carne de salmón durante su enfriamiento.

Se proporcionará una mirada más amplia de la industria salmonera mediante estudios a realizar en la compañía Multiexport Foods S.A. ubicada en Puerto Montt, con respecto al beneficio de usar "hielo líquido" o "hielo escama", dependiendo del proceso en que sea utilizado, haciendo que la elección de estos sea más oportuna y asertiva.

Se pretende impactar de manera positiva a la empresa generadora de los tipos de hielos (insumos) Q'HIELO Ltda., mediante una explicación e integración de los conocimientos proporcionados por las investigaciones, en donde los resultados de esta evaluación se pueden replicar en diversas empresas ligadas al rubro salmonero.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar la condición en frío de carne de salmón almacenado en cámaras frigoríficas, mediante uso de hielo, para determinar los beneficios de la aplicación de la mejor opción comparando técnica y comercialmente "hielo líquido" con "hielo escama".

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la industria de salmones en sistemas de refrigeración y congelación considerando el análisis de los servicios prestados por empresa Q´HIELO Ltda. y los procesos en frío de compañía Multiexport Foods S.A., identificando los factores técnicos y comerciales que intervienen en la cadena de frío, para reconocer la condición de frío de carne de salmón.
- Comparar técnicamente a través de mediciones de textura, color y transferencia de calor en carne de salmón en que se haya aplicado "hielo líquido" y "hielo escama", para evaluar los procesos de conservación en frío.
- Comparar comercialmente a través de mediciones de costos directos de proceso de enfriamiento, almacenamiento y mantención en frío de carne de salmón en que se hayan aplicado "hielo líquido" y "hielo escama", para evaluar las diferencias en el desempeño del costo.

1.4. Descripción de la Empresa.

1.4.1. Empresa Elaboradora de Productos basados en Carne de Salmón.

La sociedad Multiexport Foods S.A. con Rut 76.672.100-1, se ubica en la ciudad de Puerto Montt bajo domicilio principal en Avenida Cardonal 2501, en la Región de Los Lagos. Para el caso de este proyecto, los estudios serán realizados en una de sus tres empresas filiales directas, Salmones Multiexport S.A, la cual está encargada de integrar todo el proceso productivo y comercialización de salmónidos, en especial carne de Salmón Atlántico.

Multiexport Foods S.A. es una empresa de gran tamaño, llegando a ser considerada dentro de las tres empresas globales más importantes de la industria mundial de acuicultura, además de lograr consolidarse en la industria, al reconocen sus productos a base de Salmón Atlántico, Salmón Coho y Trucha Arcoiris, entre otras diversas formas de innovación desarrolladas a través de su ejercicio industrial. Se incluyen las rentabilidades generadas por sus operaciones y la responsabilidad social, donde puntualmente es relevante la decisión al uso de refrigerante ecológico en procesos de Congelación, como medida de apoyo al cuidado del medio ambiente.

Esta compañía se preocupa por descontinuar procesos contaminantes, llegando a implementar un nuevo modelo productivo-sanitario para obtener menor mortalidad en materia prima, altos rendimientos productivos y prevenir la reaparición del virus ISA por medio de tratamientos.

Asimismo, la industria acuícola posee una posición de alta relevancia dentro de la Región de Los Lagos. Es por ello que la empresa Multiexport Foods S.A es capaz de crear oportunidades para invertir y propiciar alianzas estratégicas, emprendiendo negocios fructíferos. Se enfoca principalmente en carne de Salmón Atlántico, orientada a transformarse en excelentes productos de exportación chilenos, pero recientemente se ha abierto camino a la producción y comercialización de Trucha Arcoiris y Salmón Coho con gran énfasis, dada la alta demanda del mercado asiático.

La carne de Salmón Atlántico proviene de fiordos del sur de Chile y es el producto más apetecido en el mercado europeo y norteamericano, ya sea por sus altos índices nutricionales o por la calidad en textura y sabor. Se elaboran frescos y congelados en varios tipos de cortes para exportación, Filetes despinados con y sin piel, porciones de peso exacto, entre otros.

La clasificación de sus productos en frescos, congelados y ahumados, permite que sean comercializados principalmente en el exterior, siendo EE.UU, Japón y Brasil los principales consumidores de carne de Salmón Atlántico y Trucha, lo cual representa un 86 por ciento de las exportaciones de la empresa. Otros mercados activos son Europa y Asia. Es por ello que posee una gama de países involucrados en la compra de productos basados en salmón, dado que los consumidores se ubican en 30 mercados alrededor del mundo (Japón, Estados Unidos, Europa Central, Rusia, China, Corea, Sudeste Asiático y Latinoamérica).

La cadena del negocio presente en esta empresa se integra verticalmente, comenzando por reproducción de especies salmonídeas hasta distribución al cliente final. Luego, continúa por dos plantas de procesamiento dedicadas a elaborar productos frescos y congelados, y la otra a productos ahumados. Sus capacidades para procesas materia prima es de aproximadamente 75.000 toneladas de materia prima al año, llegando a procesar volúmenes de 58.600 toneladas de productos.

Es fundamental la seguridad alimentaria que se le proporciona a los productos de consumo humano, contando con certificaciones de calidad, inocuidad y sustentabilidad, asegurando a los clientes y consumidores, productos que cumplen con las exigencias normativas.

Los productos de valor agregado como Porciones, Ahumados y Filetes (Figura N° 1.1), representan un 71 por ciento del total en ventas y respecto a carne de salmón ahumado, ha generado ganancias de hasta 40 MMUS\$. Actualmente, sus productos están considerados en el tercer lugar de exportaciones a nivel de todas las especies salmonídeas.



Figura N° 1.1: Producto Filete de carne de salmón. Fuente: MULTIEXPORT FOODS S.A., 2014.

La estructura organización de la empresa (Figura N°1.2), se compone por un Directorio que se basa en la ley y estatutos de la sociedad chilena con respecto a sociedades anónimas, el cual cumple con el rol de administración de la compañía. Este se compone de siete directores titulares, elegidos por un período de tres años en Junta Ordinaria. Posteriormente, se encuentra el Comité de Directores y los principales ejecutivos, tanto de Multiexport Foods S.A como de sus filiales.

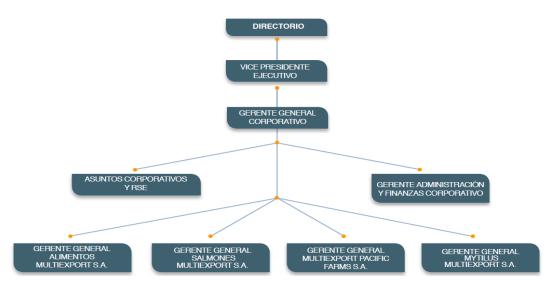


Figura N° 1.2: Organigrama Multiexport Foods. S.A. Fuente: MULTIEXPORT FOODS S.A., 2014.

1.4.2. Empresa Productora de insumos "hielo líquido" y "hielo escama".

La empresa se establece bajo la razón social de Hielo Quellón Ltda. y con el nombre de fantasía de Q'HIELO Ltda., cuyo RUT es compuesto de los dígitos 77814970-2 y se localiza bajo la dirección de Ruta 5 Sur, km. 1.031 en Puerto Montt.

Q'HIELO Ltda., es una pequeña empresa especializada en servicio de enfriamiento para cosecha y proceso de salmones, el cual ostenta de 10 años de expertície en la producción de hielo para mantener la cadena de frío en las cosechas de salmones, demostrando ser pioneros en la producción de "hielo líquido" y "hielo escama". Hasta el momento su enfoque ha sido con mayor énfasis en la industria acuícola Chilena y prontamente espera llegar a Latinoamérica.

En esta organización se llevan a cabo un servicio de enfriamiento con alta flexibilidad dentro del mercado nacional, específicamente en cuatro empresas ubicadas en la ciudad de Puerto Montt, Puerto Natales y la Provincia de Chiloé, considerando la orientación a la calidad y la inocuidad que deben mantener los productos alimenticios. Es por ello, que la empresa proporciona solución a problemas de los clientes, en cuanto a traslado y mantención de sus productos, con el compromiso de mantener la cadena de frío en los alimentos.

Los conocimientos de esta empresa contribuyen a lograr la evaluación planteada durante la caracterización de los tipos de hielos presentes en la industria acuícola, aun cuando no posea relación alguna con la empresa Multiexport Foods S.A., con motivo de reconocer el desempeño del "hielo líquido" y "hielo escama" de forma más amplia dentro del sector acuícola, fomentando la entrada de nuevos clientes que requieran este insumo para conservar carne de salmón.

La elaboración de "hielo líquido", que se presenta en Figura N° 1.3 y "hielo escama", son creados a través de una alta tecnología que permite asegurar la inocuidad y la calidad de los productos alimenticios de los clientes, para que así obtener una excelente cadena de frío.



Figura N° 1.3: Utilización de "hielo líquido" para conservación de salmones. Fuente: Q'HIELO LTDA, 2013.

En el caso de la estructura organizacional de la empresa, se encuentra conformada por los cargos que se visualizan a través de Figura N° 1.4, demostrando ser una organización pequeña y de característica horizontal.

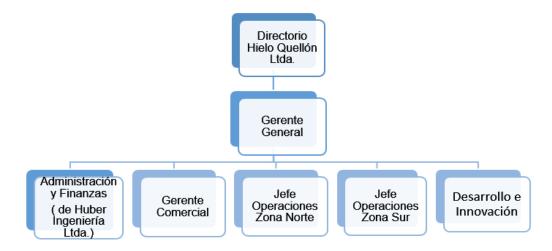


Figura N° 1.4: Organigrama Q´HIELO Ltda. Fuente: Q´HIELO LTDA., 2013.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Industria del Salmón en Chile.

La comprensión de la conservación de estas especies, se establece en base al contexto económico, medioambiental e indicando la importancia a nivel nacional del desarrollo acuícola salmonero.

La industria acuícola consta de un uso permanente de tecnologías e innovación, ciencia aplicada, fortalecimiento del capital humano y un constante esfuerzo público-privado, con motivo de generar un desarrollo sustentable en la salmonicultura. Existe producción de Salmón Atlántico (*Salmo Salar*), Salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*) y Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), las cuales se encuentran bajo un marco regulatorio dentro el país, que protege la sanidad de los productos (SALMONCHILE, 2014a).

La salmonicultura ha evolucionado hasta el punto de tener un nuevo modelo productivo, debido a la generación de oportunidades al superar crisis como el impacto producido por el virus ISA, donde el conocimiento de la industria proporcionó las condiciones para hacer que el ecosistema de la Región de Los Lagos recibiera y produjera especies exóticas como el salmón, pero no fue oportuna en indagar y responder a las problemáticas que dicho desarrollo provocó al ecosistema (BUSTOS, 2012).

Se han utilizado una serie de medidas a nivel sanitario, tratamientos coordinados y densidades máximas en la industria de salmones, como el uso de análisis temáticos entre las concesiones, la infraestructura productiva, detección de enfermedades, vacunación, uso de medicamentos y restricción de importaciones de ovas, con el fin de evitar posibles crisis ISA u otras recesiones. Actualmente, es el segundo sector exportador del país, el segundo productor de salmones a nivel mundial y abastece a más de 70 países en el mundo (SALMONCHILE, 2014a).

Según Kehsler para una adecuada mantención de los salmones durante su producción, se utilizan sistemas de enfriamiento y calentamiento de aguas en pisciculturas, para controlar el crecimiento de las especies por medio de las unidades térmicas. Las soluciones en frío se utilizan durante el proceso de incubación de ovas y posterior alevinaje (KEHSLER, 2014).

De acuerdo a las indagaciones realizadas por Murphy para Chilealimentos A.G., este explica el escenario de las exportaciones de alimentos por sector, Tabla N° 2.1 en productos elaborados y destacados. También se explica que los productos elaborados como congelados, en conjunto con frutas frescas, carne de salmón y trucha, se destacan como actividades claves en la economía nacional (MURPHY, 2012).

Tabla N° 2.1: USMM\$ estimados octubre años 2011 - 2012.

Sector	2011	2012	Variación
			[%]
Alimentos elaborados	3.147	3.196	2
Fruta fresca	3.398	3.177	-6
Salmones y Truchas	2.917	3.089	6
Vinos	1.721	1.809	5
Carnes y cecinas	1.146	1.208	5
Otros	2.477	2.643	7
Total	14.806	15.122	2
	Firester MUDDIN 2040		

Fuente: MURPHY, 2012.

La industria salmonera es de gran importancia para el país, dado que sus productos tienen una participación aproximada en las exportaciones de 70 por ciento, durante el primer trimestre del año 2013, con envíos por USMM\$667. Principalmente es vendida la carne de salmón entero congelado en Japón, Filete fresco o refrigerado en los Estados Unidos y entero fresco o refrigerado en Brasil (BANCO CENTRAL, 2013).

El Banco Central también revela que la carne de salmón fue el principal pescado exportado por el país en el año 2012, con ventas de USMM\$1.976 y una participación de 60 por ciento en el total exportado en SUBSECTOR PESCADO BANCO CENTRAL (conjunto de productos exportados: carne de salmón, jurel, mero y merluza) (BANCO CENTRAL, 2013).

Asimismo, se explica que la exportación de carne de salmón se concentró en los productos congelados, que representaron 63 por ciento del total durante el primer trimestre del año 2013. Luego se posicionan los productos frescos o refrigerados que representaron el 35 por ciento (BANCO CENTRAL, 2013).

Entre los productos congelados, las principales exportaciones fueron de salmón entero, con un 41 por ciento y de Filete, con un 13 por ciento de las exportaciones de salmón. Por su parte, productos frescos o refrigerados, los mayores embarques correspondieron a Filete, el cual representa 24 por ciento de las exportaciones de salmón y al producto entero, con un 11 por ciento (BANCO CENTRAL, 2013).

Tabla N° 2.2 indica las exportaciones por especie acuícola en el año 2013 y se explica que en relación al año 2012, las exportaciones de carne de salmón aumentaron en 8 por ciento en el año 2013. Además, se considera que posteriormente la Trucha Arcoiris desplazó al Salmón Coho del segundo puesto, dado que este reportó USMM\$761, aumentado 22 por ciento del total exportado y el Salmón Coho solamente representa USMM\$467, lo que equivale al 13 por ciento del total exportado (AQUA, 2014).

Tabla N° 2.2: Exportaciones por especie acuícola – año 2013.

Tipo de carne	Total exportaciones [t]	Total exportado [%]
Salmón Atlántico	305.119	58
Salmón Coho	111.914	21
Trucha Arcoiris	110.737	21

Fuente: AQUA, 2014.

La industria del Salmón se encuentra en el segundo lugar de productos más exportados del país, cuyo monto bordea los USMM\$ 3.000 y en primer lugar se posiciona el cobre. El 40 por ciento de los retornos provienen del mercado japonés, puesto que es el principal destino del Salmón Coho y es enviado como HG (entero sin cabeza) congelado. Estados Unidos representa el 30 por ciento del total de las exportaciones, a donde se envía Salmón Atlántico como Filetes frescos vía aérea. Finalmente, Brasil fue tercero entre los principales países de destino, con 11 por ciento del total nacional exportado, en presentación entero fresco (SALMONCHILE, 2014b).

Figura N° 2.1 y Figura N° 2.2, exponen la situación de Chile en las exportaciones de salmones y truchas a los principales países de destino, según montos estimados en USMM\$ y las toneladas enviadas. Esto entre los años 2011 y 2013 (SALMONCHILE, 2014b).

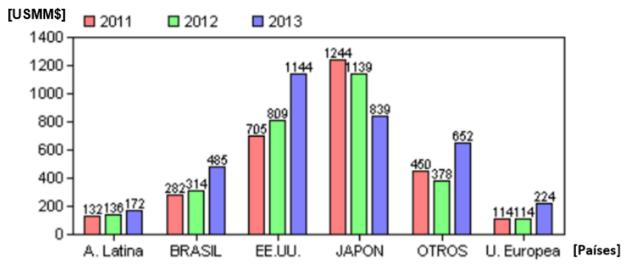


Figura N° 2.1: USMM\$ FOB exportaciones Chilenas de Salmón y Trucha, año 2011- 2013. Fuente: SALMONCHILE, 2014b.

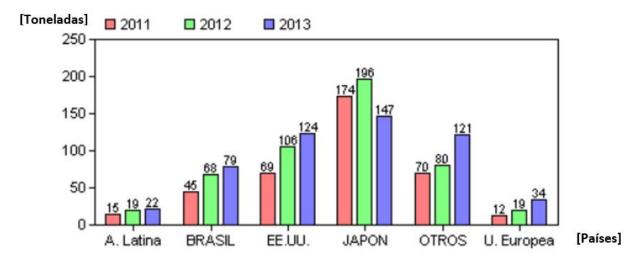


Figura N° 2.2: Toneladas de Salmón y Trucha chilenas exportadas, año 2011- 2013. Fuente: SALMONCHILE, 2014b.

En relación a los precios en Chile para la carne de salmón, entre los meses enero y septiembre del año 2013, las exportaciones de salmones llegaron a un volumen de 398.400 toneladas, comparado con el año 2012, constituye un aumento del 16 por ciento. Los precios FOB (Free On Board) de las exportaciones de salmones se redujeron en un 2 por ciento en el año 2013, quedando a 6 [US\$/kg] (GLOBEFISH, 2014).

Entre los meses de enero y septiembre del 2013, la carne de Salmón Atlántico fue la especie más exportada a precio promedio de FOB 7 [US\$/kg], mientras que el Salmón Coho fue valorizado en un promedio de 4[US\$/kg]. En términos valóricos se reconoce una caída del 15 por ciento en precios entre el año 2012 y 2013, mientras que en volumen se registró que la carne de salmón y trucha congelada, fueron los principales productos exportados, seguidos por los productos frescos y refrigerados (GLOBEFISH, 2014).

Para febrero del año 2014, el precio promedio FOB de carne de salmónidos frescos refrigerados, fue de 9 [US\$/kg], cuyo valor es superior en un 44 por ciento en relación al año 2013 y La carne de salmónidos congelada tiene un precio promedio de 7 [US\$//kg], cuyo valor es superior en un 70 por ciento en relación al año 2013. Figura N° 2.3 y Figura N° 2.4, muestran la variación de precios FOB mediante gráficos, entre el año 2012 y 2014 (SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, 2014).

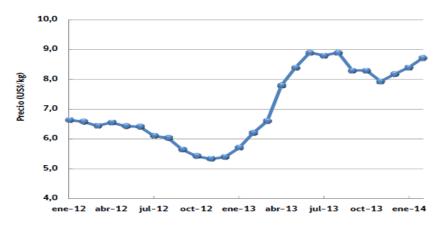


Figura N° 2.3: Precios de carne de salmónidos fresco refrigerado, año 2014. Fuente: SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, 2014.

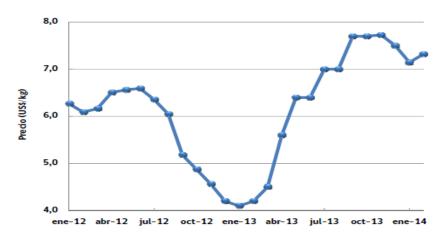


Figura N° 2.4: Precios de carne de salmónidos congelados, año 2014. Fuente: SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, 2014.

Si bien de acuerdo a la información proporcionada por el BANCO CENTRAL (2013), declara abiertamente que el mercado de la salmonicultura está en ascenso, debido a las recaudaciones provenientes de las exportaciones.

AQUA (2014) indica que la Trucha Arcoiris ha logrado desplazar el lugar que ocupan las exportaciones de salmones. Además, GLOBEFISH (2014), explica los escenarios valóricos y en volúmenes de venta en que se encuentran las especies salmonídeas y la importancia de las exportaciones de productos congelados por sobre los frescos, debido a la distancia a recorrer por los transportes.

Para la SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA (2014), se presenta un alza en los precios FOB en el mes de febrero del año 2014, en relación a años anteriores, lo cual es favorable para las exportaciones del país.

La constante búsqueda de tecnologías y mejoras en los sistemas de producción de salmones, ayudarán a mantener la industria de mejor manera en caso de crisis. Esto está profundamente relacionado con los sistemas de conservación, que mantienen los productos pesqueros frescos y en buenas condiciones de sanidad, para ser enviados al extranjero (SALMONCHILE, 2014a).

2.1.1. Características de las Especies Salmonídeas.

a. Salmón Atlántico (Salmo salar).

Es una especie que inicia su ciclo de vida en agua dulce o piscicultura, para luego ser trasladada al mar para su proceso de engorda, dentro de un período de 15 a 20 meses, con el fin de ser cosechados con un peso entre los 4,5 a 5 kilogramos. En Chile, los cultivos de esta especie se ubican entre la X y XII regiones, durante todo el año. Se comercializa mediante el formato de fresco o congelado en Filetes o entero hacia el extranjero (Estados Unidos, Brasil y Unión Europea) (SALMONCHILE, 2014a).



Figura Nº 2.5: Salmón Atlántico (Salmo salar).

Fuente: SALMONCHILE, 2014a.

b. Salmón Coho (Oncorhynchus Kisutch).

Es una especie que inicia su ciclo de vida en agua dulce o piscicultura, para posteriormente ser trasladada al mar para su proceso de engorda por un período de 10 a 12 meses, con la finalidad de ser cosechado entre los 2,5 a 3 kilogramos de peso, en los meses de octubre y marzo. Tiene un promedio de 45 centímetros de longitud, su color varía entre pardo, verde o azul en el dorso, mientras que los costados son plateados y el vientre más blanquecino. En Chile, los cultivos de este salmón se ubican entre la X y XII regiones. Son comercializados en el mercado japonés a través del formato congelado HG (sin cabeza) (SALMONCHILE, 2014a).

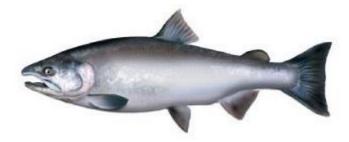


Figura Nº 2.6: Salmón Coho (Oncorhynchus Kisutch).

Fuente: SALMONCHILE, 2014a.

c. Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss).

Esta especie se puede desarrollar en agua dulce, para luego pasar a agua de mar cuando son trasladados a los cultivos por períodos de 10 a 12 meses, ubicados en la X y XII regiones. La cosecha se produce durante todo el año especialmente entre octubre y febrero, cuando las especies se encuentran entre los 2,5 a 3 [kg], siendo comercializadas como HG (sin cabeza) congelado, Filete fresco, Filete congelado, porciones y ahumado, a países como: Japón, Rusia, Estados Unidos y Brasil (SALMONCHILE, 2014a).



Figura Nº 2.7: Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss).

Fuente: SALMONCHILE, 2014a.

2.1.2. Cosecha de Salmones.

La Subsecretaria de Pesca y Acuicultura menciona que la cosecha de salmones es cuando estos son trasladados vivos desde el centro de cultivo, para llegar hasta el centro de acopio por medio de wellboats (embarcaciones para cosecha) y dependiendo de las necesidades de la empresa, se puede seguir cualquiera de las siguientes alternativas de procedimiento (SUBSECRETARIA DE PESCA y ACUICULTURA, 2012):

En el caso de que sean trasladados vivos, se tienen las siguientes opciones:

- Salmones vivos son dirigidos por un ducto al centro de faenamiento, para ser sacrificados y desangrados. Finalmente, son transportados en camiones especiales (con bins) a la planta de proceso.
- b. Salmones trasladados vivos a la planta de proceso por medio de ductos y así logran llegar a la sala de matanza, para ser sacrificados, desangrados y eviscerados. Esto hace que ingresen directamente a la línea de procesos de la planta.
- c. Salmones pueden ser trasladados vivos desde los centros de cultivo hacia la planta de proceso, con el uso de wellboats. Los peces son descargados directamente a la planta, mediante un ducto y aquí se encuentra la sala de faenamiento.
- d. Especies trasladadas vivas por medio de wellboats, desde el centro de cultivo hacia un centro de acopio que se encuentra emplazado en tierra. Finalmente, los peces son transportados vivos a través de un ducto para llegar a la planta y esta cuenta con la sala de faenamiento.

También señala otras alternativas de cosecha, donde al inicio las especies acuícolas son sacrificadas y se tiene lo siguiente:

- a. Salmones sacrificados y desangrados en el mismo centro de cultivo, a través del uso de centros de faenamiento acondicionados para la actividad. Luego, son transportados a la planta de proceso. Esto también es conocido como cosecha tradicional.
- b. Cosecha canadiense, una de las formas más actuales para realizar el faenamiento de salmones, por medio de artefacto naval, cuya característica importante es que no tiene contacto con el medioambiente, haciendo que los residuos del proceso se concentren dentro del artefacto en recipientes y trasladados a la planta de sacrificio. Este sistema se utiliza para no derramar residuos orgánicos ni químicos al ambiente. Luego, la carne de salmón es trasladada en bodegas o depósitos adecuados para esta función, para no ocasionar una disminución en la calidad del producto.

Se revela que actualmente se prohíbe la cosecha tradicional, por las alteraciones que ocasiona al medio ambiente, pero la alternativa de cosecha a seleccionar dependerá de la capacidad productiva de la empresa y de la inversión que pueda realizar (SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA, 2012).

Los procesos involucrados en la obtención de salmónidos, son similares a las fases de desarrollo natural de la especie en el medio natural. Existe una fase ubicada en agua dulce y aquí ocurren reproducciones de los peces. También está la etapa en agua de mar, donde ocurre el crecimiento de los individuos hasta completar la edad adulta, para luego ser cosechados, faenados y procesados industrialmente para la venta (DURÁN y Kremerman, 2008).

Figura N°2.8 muestra los procesos para generar la cosecha de salmónidos, hasta llegar a ser refrigerados con hielo dentro de los bins, en los que son almacenados para su traslado en camiones hacia los centros de producción (DURÁN y Kremerman, 2008).

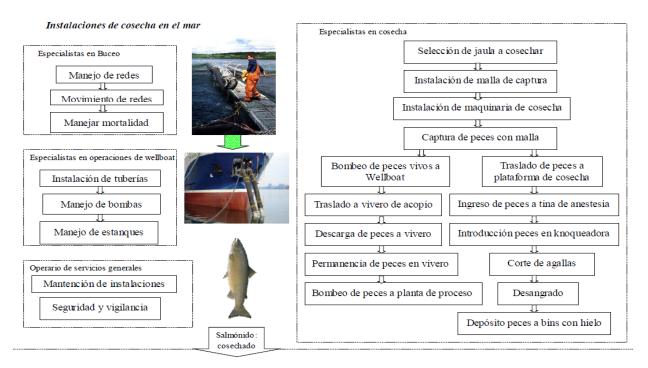


Figura N° 2.8: Instalaciones para alternativa de cosecha.

Fuente: DURÁN y Kremerman, 2008.

2.1.3. Transporte de Salmones en Bins.

La carga de salmones en bins, se realiza mediante tubos corrugados desde la plataforma para que lleguen a los contenedores. Los bins o cajas plásticas isotérmicas, pueden contener agua, sal y hielo. Poseen una capacidad de 1[m³], son lavados con anterioridad y cargados con "hielo líquido" o "hielo escama", que se encuentran sobre la cubierta de una nave en volúmenes de entre 40 a 70 unidades. Posteriormente se dirigen a los centros de cultivos para cargar la cosecha en las cajas y retornar con peces muertos y desangrados. Las descargas son producidas en muelles marítimos, ubicados en la X región de Los Lagos (GUERRA, 2004).

En cuanto a las soluciones que permiten preservar la cadena de frío, Anapesca A.G. informa que existen métodos que son mucho más herméticos y evitan el riesgo de contaminación, comparado con el uso de bins para el traslado de pescado. Esta nueva idea entrega a la industria soluciones eficientes y bioseguras para la cosecha de salmón, permitiendo trasladar 28 [m³] por viaje, lo que equivale a un 20 por ciento de lo que normalmente transporta un bins. También se reduce el costo por cargas y utiliza un menor tiempo de espera, optimizando los tiempos de cosecha (ANAPESCA A.G., 2014).

Existen bins o contenedores isotérmicos herméticos 100 por ciento reciclables, los que no ocupan bolsa de nylon y permiten la biocontención (preservación de la propagación de agentes patógenos) del producto traslado. Es así como se cumplen los protocolos de bioseguridad establecidos y las normas de calidad en las empresas. Su diseño es capaz de evitar derrames en el manejo y movimientos de los

medios de transporte (barcazas, camiones, otros). La idea es disminuir el hielo dentro de los bins y aumentar la biomasa (pescados) de transporte, reduciendo los costos y generar la viabilidad económica en el transporte (AQUA, 2013).

Se comprueba que los bins deben ser isotérmicos, especialmente condicionados para el traslado de los productos pesqueros. De acuerdo a GUERRA (2004) y AQUA (2013) las nuevas tecnologías aplicadas a estas cajas herméticas permiten asegurar la bioseguridad de los productos y la calidad de estos. A través de Figura N° 2.9, se visualiza el sistema de transportes por el cual se cargan los bins en las barcazas y camiones. Estos deben ser sometidos a un control durante el transporte (DURÁN et al., 2008).

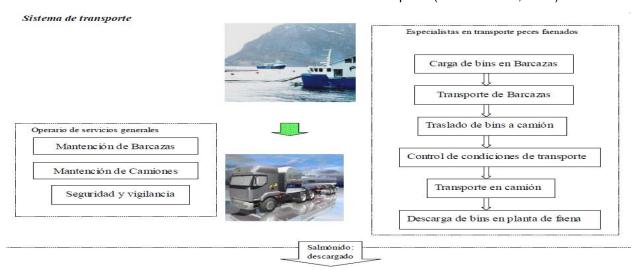


Figura N°2.9: Transporte de salmones cosechados.

Fuente: DURÁN y Kremerman, 2008.

2.1.4. Método Carta Color Roche para Medición de Coloración en Carne de Salmón.

En los salmones, tanto carne de Salmón Coho y carne de Salmón Atlántico, se observa un color rojo o rosado que puede ser medido visualmente a través de la Carta Color Roche y esto se presenta dado que los salmones tienen depósitos de carotenoides (pigmentos que se encuentran naturalmente en plantas, algas, hongos y bacterias) compuestos por astaxantina (vitamina A modificada de crustáceos y algas) y cantaxantina (presente en el Salmón Coho y se encuentra en hongos). La dieta entregada durante el cultivo de salmones, hace que se concentre pigmentación en la musculatura, por lo que influyen alimentos basados en harina y aceite de crustáceos; levaduras, algas e integración de carotenoides sintéticos (POKNIAK, Muñoz, Díaz, Saldes y Cornejo, 2005).

Durante el proceso de elaboración, la carne de salmón sufre la pérdida de coloración entre 10 y 15 por ciento, determinado por la escala (11-18) de Color Roche. Además, la coloración se condiciona por la sanidad, edad y tamaño que posea la carne de salmón y las empresas son las encargadas de otorgar la alimentación necesaria durante el cultivo de salmones, para definir el color final de sus productos, satisfaciendo al mercado de destino (POKNIAK et al., 2005).

Para poder realizar una evaluación sensorial de carne de salmones, se puede comparar de manera visual el color de la carne con tonos presentes en la Carta Color Roche, la cual posee dos escalas como patrones de comparación: "steak" (corte transversal a nivel de aleta dorsal), cuya escala va de 1 a 8, y para Filete, con escala de 11 a 18. Esta última fue realizada para la carne de Salmón Atlántico, siendo posible medir desde un rosado pálido hasta un rojo intenso (MUÑOZ, 2000).

Para el caso de las especies salmonídeas cultivadas en Chile, existen diversos colores que son reconocidos a nivel comercial por la importancia para los consumidores, al igual que la textura de la carne. Estos colores se deben a las concentraciones de pigmento en los músculos de los salmones. Es por ello que la carne de Salmón Coho requiere lograr una coloración entre 16 y 17 en la escala de 11 -18 para Filetes, en la Carta Color Roche; la carne de Salmón Atlántico necesita obtener una coloración de 15 y para la carne de Trucha Arcoiris, se requiere lograr colores de 16 a 17. Además, durante su almacenamiento en frigoríficos por 6 meses a temperaturas inferiores a 20 [°C], no se registran pérdidas significativas de la coloración roja y brillante (POKNIAK y Bravo, 2010).

Para POKNIAK et al. (2005) el color para carne de salmón se ubica en escala de rojo y rosado, medido visualmente por Carta Color Roche y especificando que la presencia de pigmento rojizo en los músculos de los salmones, proviene de su alimentación durante el cultivo. MUÑOZ (2000) orienta el concepto a que la carne de salmón puede perder calidad mientras es procesada, por lo que es necesario hacer un constante control con la escala color Roche. Las empresas deben reconocer la influyen de factores físicos durante el desarrollo de los salmones, para no afectar la coloración final.

Por último, POKNIAK et al. (2010) determina la medición como una evaluación sensorial que opera bajo patrones, comparando colores con escalas. Además, se estima el rango en que se debe encontrar la carne de Salmón Atlántico, dado el color rojo más intenso.

2.1.5. Medición de Textura en Carne de Salmón.

La textura de la carne de salmón se ve afectada por factores como: extensión del rigor mortis (rigidez de la carne), la proporción y extensión de la pérdida del pH post mortem (luego de muerte); y la proporción y extensión de la proteolísis (degradación de proteínas), ocasionando la ruptura de microfibras o excesivo ablandamiento de la carne. De igual forma, la firmeza de la carne se ve afectada por el contenido en grasa, ácidos grasos y la distribución de la grasa por el músculo, tomando en cuenta que los salmones poseen carnes más duras en zonas cercanas a la cabeza, pero esto no ocurre en zonas cercanas a la cola (Figura N° 2.10). Por lo tanto, la textura es una propiedad importante en el músculo de la carne de salmón, ya sea crudo o cocido, quedando duro cuando se congela o suave y blando, por la degradación de oxidación (VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UCH, 2010).

Se han realizado estudios que comprueban que la firmeza de la carne de salmón está dada por la textura, comprobando que posean una densidad alta en fibra muscular en la carne de pescado y que también, es una característica sensorial altamente valorada por los consumidores e importante al

momento de procesar la carne para elaborar Filetes de calidad (JOHNSTON, ALDERSON, SANDHAM, DINGWALL, MITCHELL, SALKIRK, NICKELL, BAKER, BILLY, WHYTE y SPRINGATE, 2000).

La firmeza de la carne de salmón se evalúa a través del desarrollo rigor mortis, puesto que esta condición es beneficiosa para mantener la carne fresca. Existen diversas condiciones que afectan su desarrollo, tales como el estado fisiológico, la fatiga antes de la muerte, métodos de sacrificio y la temperatura de almacenamiento. Es por ello que para medir el Índice de Rigor (%IR) se deben conocer las temperaturas de almacenamiento y colocar la carne de pescado sobre una tabla horizontal con la mitad suspendida fuera de esta. Luego se debe medir la distancia entre la base de la aleta caudal (última aleta propulsora del pescado) y el eje horizontal de la tabla, a intervalos de tiempos establecidos. Se debe utilizar la siguiente fórmula (KODAIRA, TOMÉ y PÉREZ, 2001):

$$IR = \frac{D_0 - D}{D_0} * 100 [\%]$$
 (2.1)

Donde:

 $m{D_0}$, es la distancia que separa la base de la aleta caudal del eje horizontal de la tabla medido al inicio del almacenamiento.

D, es la distancia que separa la base de la aleta caudal del eje horizontal de la tabla medido luego del almacenamiento.

Además, se puede medir la textura a través de los sentidos, pero para otorgar mayor confiabilidad a las mediciones de calidad sobre carne de pescado, se utilizan instrumentos para comprobar el endurecimiento del músculo de pescado congelado con formaldehído (sustancia química). También existe el método de compresión, que se preocupa de medir la dureza o suavidad de la carne, registrando la curva de deformación. Igualmente es utilizado el medir la fuerza requerida para cortar carne de pescado (HUSS, 1999).

Considerando el desarrollo de este concepto, según VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UCH (2010) la textura de carne de salmón es posible que sea afectada por cambios físicos producidos durante su muerte, haciendo que los músculos se contraigan o se suavice la textura. Se debe medir la firmeza de la carne para establecer la textura, afectada por el contenido graso y oxidación. Mientras que JOHNSTON et al. (2000) define el concepto como motivo de encontrar densidad alta en fibra muscular, lo cual indicaría buena textura de carne de salmón, siendo una característica sensorial valorada por los consumidores con el fin de asegurar la obtención de productos de calidad.

Para KODAIRA et al. (2001) es posible calcular esta rigidez de la carne para indicar que se encuentra fresca, por medio de %IR y demostraría la calidad de la carne de pescado. En el caso de HUSS (1999), la textura puede ser medible con instrumentos y sustancias, enfocado siempre en comprobar confiablemente la condición fresca de carne de pescado.

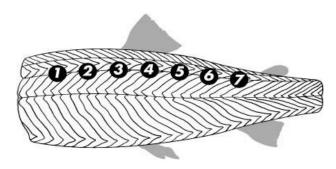


Figura N° 2.10: Zonas para mediciones de textura en Filete Salmón Atlántico (1 a 7). Fuente: JONSSON, SINGURGISLADOTTIR, HAFSTEINSSON y KRISTBERGSSON, 2001.

2.2. Alimentos Perecederos.

Estos son alimentos de tipo o condición tales que puedan deteriorarse (FAO y OMS, 1998).

La Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, aclara que los alimentos perecederos tienen relación con aquellos que son fácilmente perecederos, en donde pueden estar compuestos total o parcialmente de leche, productos lácteos, huevos, carne, aves de corral, pescado o mariscos, o de ingredientes que permitan el crecimiento progresivo de microorganismos que puedan ocasionar envenenamiento u otras enfermedades transmitidas por alimentos (FAO y OMS, 1998).

También, se especifica a los alimentos perecederos como si fueran cualquier alimento que necesita mantenerse en refrigeración para reducir el crecimiento de organismos que ocasionan intoxicaciones alimentarias y/o el deterioro de los alimentos. Su clasificación está dada en base a si son Altamente Perecederos (son los de muy alto grado de intoxicación, dado que se descomponen fácilmente, al contacto con el aire, por el alto contenido de agua y nutrientes. Ejemplos: Carnes rojas, Pescado, Pollo, Lácteos, etc.), Semi-Perecederos (tienen un proceso productivo previo, por lo que se descomponen más lentamente al interactuar con el aire, en donde existe baja presencia de agua y nutrientes. Ejemplo: Confites, Pan, Galletas, etc.) o Poco Perecederos (bajo riesgo de descomposición al estar en presencia del aire. Ejemplo: Azúcar, Frijol, Harina, etc.) (FAO y OMS, 1998).

Para Frazier y Westhoff los alimentos perecederos, son aquellos alimentos más importantes del consumo cotidiano, los cuales se alteraran con facilidad a no ser que se utilicen procedimientos de conservación específicos. Este grupo considera las carnes, el pescado, las canales de aves de corral, la mayoría de las frutas y hortalizas; los huevos y la leche (FRAZIER y Westhoff, 1993).

En resumen, de acuerdo a cada uno de los autores consultados para esta sección, se asimila que los productos perecederos deben ser conservados por medio del frío para preservar sus propiedades nutritivas y de sanidad, evitando la perdida de frescura en textura y color. Estos productos necesitan un mayor cuidado, dado que se alteran con facilidad al contacto con el ambiente. Los estudios elaborados por FAO/OMS (1998) explican que los productos perecederos tienen facilidad para el deterioro, mientras

que FRAZIER y Westhoff (1993) agregan el factor de importancia para el consumo cotidiano, por lo que se necesitan de procedimientos de conservación para ser preservados.

2.3. Características Organolépticas de los Alimentos.

Las propiedades organolépticas o sensoriales de un alimento, son aquellas captadas a través de los sentidos. Estas características se evalúan por medio de los atributos que poseen los alimentos interpretados por el cerebro del evaluador, para informar sobre la magnitud y cualidad del estímulo provocado. El conjunto de todas estas percepciones permite determinar el alimento idóneo que responde a las características que se esperan de la naturaleza del alimento cuando está fresco, destacando atributos como: color, sabor, olor y textura (HUARACA, 2011).

Esta actividad sensorial indica la calidad del alimento, por lo que el ser humano reconoce este elemento cualitativo por medio de la comparación, escogiendo aquello que es más grato en color, olor, sabor y textura (ARIAS y Torres, 2007).

Se determina que las características organolépticas tiene relación con la evaluación a los alimentos a través de los sentidos, para establecer si estos se encuentras en buenas condiciones para ser consumidos, sin demostrar rasgos de rancidez en la textura, color, sabor y olor (HUARACA, 2011; ARIAS y Torres, 2007).

2.4. Seguridad Alimentaria.

"Hay más de una definición para este concepto. Por una parte, se refiere a la parte de la calidad microbiológica y sanitaria para que un alimento pueda ser consumido sin ningún riesgo para la salud. Para este hay controles y organismos dedicados a regular este proceso" (OLAETA, 2013).

La seguridad alimentaria, también apunta al autoabastecimiento de alimentos de un país para su población. Significa que no depende de las importaciones y que estos alimentos sean usados para consumo humano y no para otros fines, como alimentación animal o bioenergía (OLAETA, 2013).

Decano de la Facultad de Agronomía de la PUCV, el Sr. Olaeta, explica este concepto puede ser entendido desde diferentes puntos de vista, considerando que se puede referir a contar con alimentos de calidad microbiológica y sanitaria óptima. Es decir, que el alimento pueda ser consumido sin riesgo alguno y que a su vez, la seguridad alimentaria también se puede comprender como la garantía de disponibilidad de un alimento para ser utilizado en una dieta (OLAETA, 2013).

Se consideran que las alteraciones en las especies marinas producen una pérdida en la calidad microbiológica y sanitaria, dado que sufren daños por autólisis, acción de los microrganismos y oxidación (FRAZIER et al., 1993).

Frazier y Westhoff plantean que para el cuidado del pescado, existe la conservación por refrigeración, pero sirve como un método temporal, puesto que los músculos de las especies marinas de todas

maneras se comienzan a deteriorar por las diversas alteraciones, donde es posible que la textura de la carne de pescado y su color (apariencia) sufra daños, por lo que perderá las condiciones de frescura (FRAZIER et al., 1993).

En cuando al cuidado de los alimentos, es fundamental mantener la seguridad durante la manipulación, manteniendo la sanidad y disminuyendo la acción de los microorganismos, garantizando que el alimento puede ser consumido sin ningún problema para la salud (FRAZIER et al., 1993).

La Tabla N° 2.3 contiene las fases determinantes observadas bajo las condiciones del pescado a través del tiempo, demostrando el deterioro de sus propiedades y comprender las condiciones sanitarias del producto (SHAWYER y Medina, 2005).

Tabla N°2.3: Las cuatro fases del deterioro del pescado.

Fases	Descripción
Fase I	El pez recién pescado está muy fresco y su sabor es registrado
(cambios autolíticos, ocasionados	como: dulce, marino y delicado. Existe un nulo deterioro, con una
principalmente por enzimas)	ligera disminución del aroma y sabor, característicos. En algunas
	especies tropicales este período puede durar dos o más días tras la
	captura.
Fase II	Se produce una reducción significativa del sabor y olor, naturales del
(Cambios autolíticos, ocasionados	pescado. La carne adquiere un sabor neutro, pero no desagradable, y
principalmente por enzimas)	la textura aún es agradable.
Fase III	El pescado comienza a mostrar signos de deterioro. Hay presencia
(Cambios bacteriológicos,	de sabores desagradables, fuertes y olores rancios. Se observan
ocasionados principalmente por bacterias)	cambios significativos de la textura; la carne se vuelve blanda y
Dacierias)	acuosa, o bien correosa y seca.
Fase IV	Se encuentra estropeado, putrefacto y es incomestible. Causa daños
(Cambios bacteriológicos,	en la salud humana.
ocasionados principalmente por	
bacterias)	

Fuente: SHAWYER y Medina, 2005.

Por su parte, la industria del salmón realiza todo su proceso productivo bajo exigentes normativas legales vigentes en Chile y en los mercados internacionales, para contar con la seguridad alimentaria que requieren los consumidores. Se tiene variadas y rigurosas certificaciones de calidad, relacionadas a la

inocuidad alimentaria; seguridad y salud ocupacional, y medio ambiente. Estas se encuentran dentro de la producción y procesamiento, conocidas como (SALMONCHILE, 2014c):

- GLOBALG.A.P.
- Best Aquaculture Practices (BAP).
- Gestión de Calidad (ISO 9.001).
- Gestión Ambiental (ISO 14.001).
- Seguridad Ocupacional (OHSAS 18.001).
- Gestión Seguridad Alimentaria (ISO 22.000).
- International Food Standard (IFS).
- Global Standard for Food Safety (BRC).
- Cadena de Custodia GLOBALG.A.P.
- Seguridad de la Calidad de los Alimentos (SQF 2000).

Además, es necesario aplicar el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), para identificar peligros y medidas de control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos y promover el comercio. Esto se basa en Norma Técnica NCh2861 en su versión vigente, relacionada a la evaluación obligatoria de peligros en el sector productivo y gastronómico (CHILEALIMENTOS A.G., 2014).

A lo largo del desarrollo de este concepto, OLAETA (2013) indica que la seguridad alimentaria es reconocida bajo dos opciones: que el producto alimenticio tiene una calidad microbiológica, en que no exista una falta de propiedades nutritivas y por otro lado, que sean alimentos aptos para ser parte de una dieta humana y no con otro fin.

FRAZIER et al. (1993) por su parte, reconoce el concepto enfocado a las especies marinas, las cuales sufren alteraciones que impactan a la seguridad del alimento, por causas de agentes microbiológicos, incluyendo factores como autólisis y oxidación. Estos pueden ser apreciados a nivel sensorial en la carne de pecado. SHAWYER y Medina (2005) mientras tanto, indican las fases de deterioro de la carne de pescado, como la evidencia de una perdida de seguridad para los consumidores, una vez que es expuesta a temperatura ambiente o no existe un método de conservación.

Finalmente, Chile cuenta con las certificaciones necesarias para determinar la seguridad alimentaria de la carne de salmón, lo cual incluso permite competir en mercados internacionales a todas aquellas empresas que cuenten con la normativa vigente (SALMONCHILE, 2014c; CHILEALIMENTOS A.G, 2014).

2.5. Conservación de Alimentos en Frío.

Mediante Figura N° 2.11, se resumen los tópicos importantes proporcionados de la búsqueda bibliográfica y así facilitar la comprensión con respecto al tema. El identificar la importancia de la conservación de alimentos, ayuda a encontrar conceptos más específicos como la congelación y la refrigeración, destacando el uso en los alimentos perecederos.

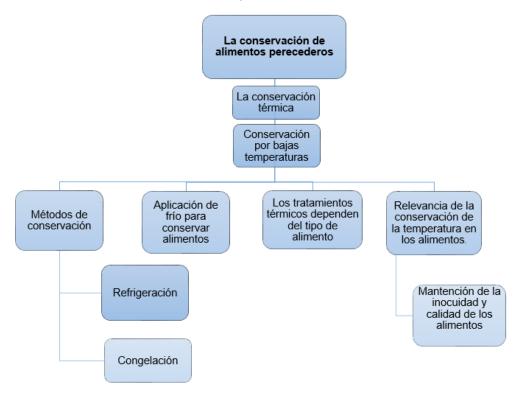


Figura N° 2.11: Esquema de la conservación de alimentos por frío.

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de los procedimientos de la conservación de los alimentos, se frena la multiplicación de algunos agentes microbiológicos, dado que el proceso no extermina a todos los tipos de bacterias. Aquellas que logran subsistir, se reaniman en los alimentos al descongelarse. Antes de este proceso de conservación, las bacterias son capaces de multiplicarse mucho más rápido (CABALLERO, 2008).

La conservación de alimentos puede no basarse en la destrucción o eliminación de los microorganismos, sino más bien, en retrasar su germinación o impedir su crecimiento. En estos casos la conservación es temporal, debido a que sólo se inhibe la actividad de los microorganismos. A su vez, los métodos industriales de conservación de alimentos, pueden utilizar las bajas temperaturas, para proteger los productos y mantener la calidad de estos (CABALLERO, 2008).

Las bajas temperaturas retardan las reacciones químicas, la acción de las enzimas proteasas y disminuyen o inhiben el crecimiento y actividad de los microorganismos. En cuanto más baja sea la

temperatura, más lenta serán las reacciones químicas, la acción enzimática y el crecimiento bacteriano (CABALLERO, 2008).

La conservación de alimentos tiene como principal objetivo, la preservación de la calidad higiénica y sanitaria de los productos, considerando el no perder por ningún motivo el valor nutricional o de la calidad sensorial de los alimentos. Una de las principales técnicas es la conservación, basada en la disminución de la temperatura de los alimentos, con el objetivo de reducir o inhibir el crecimiento de microorganismos. El modo de lograr esto, es a través del almacenamiento en refrigeración o congelación (SARROCA y Torres, 2006).

Igualmente, mientras se conservan los alimentos, los productos alimenticios experimentan mayores o menores modificaciones, considerando la composición y su calidad. El conocimiento y comprensión de estos mecanismos, ayuda a identificar los factores que tienen influencia en su vigencia. Entonces, la velocidad y carácter de estos procesos de deterioro, dependen en gran medida de la composición del producto y de las condiciones de almacenamiento en que se encuentran (SARROCA et al., 2006).

Los autores SARROCA et al. (2006), plantean la siguiente fórmula:

$$-\frac{dC}{dt} = f(E_i, E_j) \tag{2.2}$$

Donde:

C, es el factor de calidad.

-dC/dt, es la velocidad de deterioro "textura y color" en función del tiempo.

Ei, son los factores ambientales (*i*=1...n)

Fj, son los factores de composición (j=1...n)

Es uno de los métodos más costosos por aspectos específicos considerados durante el almacenamiento de los alimentos. De acuerdo a los antecedentes anteriores, se debe tener un dominio de las temperaturas que generan la conservación del alimento perecedero por medio del frío, procurando no afectar la calidad. Existen rangos de temperaturas de conservación en frío para todo tipo de alimentos de esta índole, los cuales deben ser atendidos y aplicados (SARROCA et al., 2006).

Si la conservación se produce con ausencia de las bajas temperaturas, el tratar de mantener los alimentos frescos es limitado, considerando además el producto y embalaje aplicado, lo cual ocasiona la dependencia de su vida útil, cuyo concepto va asociado al consumidor, por el cual se identifica el tiempo en que son aceptables para el consumo, antes de ser desagradables o nocivos (AGUILAR, 2012).

La carne de pecado pierde la calidad debido a la actividad bacteriana o la enzimática, incluso por ambas. La disminución de la temperatura de almacenaje, reduce este tipo de actividades de manera notoria. También, las bajas temperaturas son eficaces para retrasar el crecimiento de bacterias psicrofílicas (bacterias capaces de vivir a temperaturas muy bajas), que son responsables de las alteraciones producidas en pescados no grasosos. Igualmente, la vida útil de la especies como abadejos y bacalao, se dobla la reducción de temperatura de almacenaje de 7 a 10 [°F], dentro de la gama de 60 a 30 [°F] (UMAÑA, 2012).

El autor Aguilar en Tabla N° 2.4, explica por cuánto tiempo se pueden encontrar los productos en sus lugares de almacenaje, sin afectar su condición de sanidad o su fecha límite para el consumo humano y sin aplicar una cadena de frío, incorporando una lista entre los que son de origen animal y de origen vegetal (AGUILAR, 2012).

Tabla N° 2.4: Vida útil en almacenamiento de productos de origen animal y vegetal.

Alimento Fresco	Vida útil	
Pescado Fresco.	Un día	
Alimentos que son preparados por cocción como	De uno a dos días	
pescado y carne.		
Leche que pasa por diversos procesos como	De dos a tres días	
pasteurización o esterilización.		
Aves	De uno a dos días	
Carne cruda	Puede permanecer entre cuatro y cinco días	
Verdura cruda	Una semana	
Raíces comestibles	De siete a veinte días	
Frutas	De uno a siete días	

Fuente: AGUILAR, 2012.

CABALLERO (2008), SARROCA y Torres (2006); AGUILAR (2012) y UMAÑA (2012), poseen apreciaciones similares con respecto a que la conservación de alimentos por frío es un conjunto de procedimientos que proporciona una solución temporal, debido a que sólo disminuye o inhibe la actividad de los microorganismos por poco tiempo. A su vez, los métodos industriales de conservación de alimentos, pueden utilizar las bajas temperaturas, para proteger los productos y mantener la calidad de estos. Se comprende que las temperaturas bajas son capaces de retardar las reacciones químicas, la acción de las enzimas y disminuyen o inhiben el crecimiento y actividad de los microorganismos.

De esta forma, se interpreta que cuanto más baja sea la temperatura, más lenta serán las reacciones químicas, la acción enzimática y el crecimiento bacteriano. Sin embargo, se entiende que la conservación

de alimentos por frío, lleva más de un siglo de evolución y aplicación de manera comercial, lo que demuestra su confiabilidad al ser utilizado en alimentos.

SARROCA y Torres (2006), centra el concepto en relación a la calidad higiénica y sanitaria durante el almacenamiento, ya sea al utilizar la refrigeración o congelación, donde el factor velocidad influye durante el proceso de deterioro de los alimentos, dependiendo de las condiciones de almacenamiento en que se encuentran. Todo ello es planteado por medio de Fórmula (2.2). En tanto, AGUILAR (2012) determina a la conservación de los alimentos, en cuento al tiempo en que son aceptables para el consumo, antes de pasar a ser desagradables o nocivos para los humanos. UMAÑA (2012), manifiesta este concepto en relación a la carne de pescado, donde la conservación en frío se preocupa de la calidad y de minimizar la actividad bacteriana y enzimática.

2.5.1. Refrigeración.

Es un tipo de conservación de alimento que mantiene el producto por debajo de la temperatura de multiplicación bacteriana. Es capaz de conservar el alimento sólo a corto plazo, ya que la humedad favorece la proliferación de hongos y bacterias. Esta, se lleva a cabo con una temperatura por encima de 0 [°C] (generalmente entre 2 y 5 [°C] en frigoríficos industriales, y entre 8 y 15 [°C] en frigoríficos domésticos) (CABALLERO, 2008).

En el libro Temas de Higiene de los Alimentos de Caballero, manifiesta que la conservación de alimentos bajo este sistema, es temporal y se debe considerar la temperatura durante el almacenaje o cámaras frigoríficas, su humedad relativa, velocidad del aire, composición de la atmósfera, entre otros. La temperatura debe mantenerse constante durante el periodo de conservación, según los límites de tolerancia admitidos para cada caso, siendo la apropiada para cada tipo de producto. Existen productos alimenticios que pueden sufrir daños con respecto a la imagen que deben tener al salir al mercado y a los cuales es bastante riesgoso aplicar hielo líquido para su mantención (CABALLERO, 2008).

La tecnología disponible para conservación de alimentos por frío, produce que las bajas temperaturas para refrigeración se reconozcan como un sistema para la comercialización a corto y mediano plazo (UMAÑA, 2012).

"La refrigeración consiste en la conservación de los productos a bajas temperaturas, pero por encima de su temperatura de congelación. De manera general, la refrigeración se enmarca entre -1 [° C] y 8 [° C]. De esta forma se consigue que el valor nutricional y las características organolépticas casi no se diferencien de las de los productos al inicio de su almacenaje. Es por esta razón que los productos frescos refrigerados son considerados por los consumidores como alimentos saludables" (UMAÑA 2012).

De acuerdo al documento creado por Umaña, la refrigeración tiene la propiedad de evitar el crecimiento de los microorganismos termófilos (que crecen a una temperatura arriba 45[°C]) como el Bacillus (tipo de

bacteria que contamina alimentos) y Clostridium (bacteria causante de cuadros intestinales). También, detener el crecimiento de algunas algas y hongos, que crecen en temperaturas de entre -5 a -7 [°C], en forma de bacterias (UMAÑA, 2012).

CABALLERO (2008) y UMAÑA (2012) concuerdan en que la refrigeración consiste en un proceso de mantención de los alimentos de forma temporal, preservando los valores nutricionales y las características de los productos. En toda información recopilada, la sanidad es el concepto fundamental, para preservar la seguridad de los consumidores una vez que ingieran productos refrigerados.

2.5.2. Congelación.

Los productos son sometidos a un enfriamiento muy rápido, a temperaturas del orden de -30 [°C] con el fin de que no se lleguen a formar macrocristales de hielo, que destruyan la estructura y apariencia del alimento. Con frecuencia, los envasados al vacío, pueden conservarse durante meses en cámaras de congelación a temperaturas del orden de -18 a -20 [°C], manteniendo su aspecto, valor nutritivo y contenido vitamínico. La industria alimentaria, es capaz de ir desarrollando cada vez más, las técnicas de congelación para una gran variedad de alimentos como: frutas, verduras, carnes, pescados y alimentos precocinados de diversos tipos (CABALLERO, 2008).

Los alimentos son sometidos a temperaturas iguales o inferiores a las necesarias de mantenimiento, para congelar la mayor parte posible del agua que contienen. Durante el período de conservación de los alimentos, la temperatura se mantiene uniforme, de acuerdo con las exigencias y tolerancias permitidas para cada producto (CABALLERO, 2008).

La congelación detiene la actividad orgánica, ya que enfría el alimento hasta los 20 grados bajo cero (en congeladores industriales llega hasta 40 grados bajo cero) y constituye, un buen método, aunque la velocidad en el proceso influye en la calidad de la congelación. Por otro lado, este mismo libro define a la congelación como el efecto bajo el cual los alimentos son sometidos a temperaturas inferiores a su punto de congelación y que usualmente es de -2.2 [°C]. La temperatura de - 10 [°C] tiene mucha significación, puesto que marca la línea bajo la cual los mohos y las levaduras apenas se reproducen. Algunas bacterias pueden multiplicarse muy lentamente a estas temperaturas, pero no causa daños graves a la salubridad del producto. Además, se aconseja que la temperatura de congelación sea de - 18 a - 25 [°C] (CABALLERO, 2008).

"La congelación consiste en la aplicación de temperaturas a los alimentos por debajo de cero grados centígrados, de forma que parte del agua del alimento se convierte en hielo. Al mismo tiempo, como el agua se solidifica, se produce una desecación del alimento, lo que contribuirá de forma significativa a una mejor conservación. Lógicamente, este efecto será más importante cuanto más baja sea la temperatura" (UMAÑA, 2012).

Asimismo, según Umaña (2012), en la congelación la temperatura de elección a nivel internacional es de -18[°C] / 0[°F], dado que por debajo de ésta se estima que no es posible la proliferación de bacterias de forma significativa y se disminuye la posibilidad de alteración en los productos, reduciendo los riesgos para la salud. Se destaca que luego de la refrigeración, la congelación es el tratamiento que menos modificaciones produce en los alimentos. También, se advierte que en la congelación el agua es removida de su posición normal desde los tejidos, para posteriormente ser convertida en hielo. Este proceso es parcialmente revertido durante la descongelación, dando lugar a la formación de humedad.

El principio de la conservación de los alimentos por el sistema de congelación, se basa en el mismo principio que el de la refrigeración, pero la ventaja que presenta es que en cuanto más baja es la temperatura más se aleja de las condiciones ideales en las que pueden multiplicarse los microorganismos, por lo que el alimento se altera cada vez menos. Ya sea por refrigeración o congelamiento, el aplicar métodos de conservación por frío protege la calidad de los alimentos a un coste muy competitivo. En aquellos mercados donde se utiliza esta tecnología, existe un crecimiento constante y se ha masificado a mercados que advierten las ventajas que ofrecen los mecanismos de conservación (UMAÑA, 2012).

Tanto la refrigeración como la congelación, pueden generar productos estables para el consumidor y la elección del método de conservación, depende de muchos factores. En Tabla N° 2.5 están presentes las ventajas e inconvenientes de ambos métodos, determinando cuál de las dos opciones es más idónea para las suplir las necesidades de las actividades pesqueras (SHAWYER y Medina, 2005).

Tabla N° 2.5: Ventajas e inconvenientes de la refrigeración y la congelación de pescados.

Parámetros de evaluación	Refrigeración	Congelación	
Periodo almacenamiento	Corto plazo (máximo un mes o días	Largo plazo (un año o más	
	dependiendo de la especie)	dependiendo de la especie)	
Temperatura de	0 [°C]	Inferior a cero; ejemplo -30 [°C]	
almacenamiento			
Costo de almacenamiento	Relativamente barato	Relativamente cara	
Apariencia del pescado	Es un pescado fresco	Si se realiza en forma incorrecta,	
		afecta la calidad de la especie.	
Uso de tecnología	Relativamente sencilla	Relativamente compleja	
Conocimientos de	No avanzados	Avanzados.	
conservación			
Usos en la industria	Para enfriamientos portátiles	Operaciones generalmente fijas	

Fuente: SHAWYER y Medina, 2005.

CABALLERO (2008), considera la importancia de que al momento de congelar alimentos, estos deben conservar el aspecto, valor nutritivo y su contenido vitamínico. La temperatura necesita ser uniforme a lo

largo de todo el proceso, lo cual dependerá de la tolerancia de cada producto. Además, se acepta la influencia de la velocidad de enfriamiento, lo cual puede tener efectos en la calidad de la congelación, comparado con UMAÑA (2012), este expone al método congelación, como aquel donde la temperatura baja a tal nivel, que ya no es posible encontrar una difusión de bacterias de forma significativa, disminuyendo la posibilidad de alteración en los productos, lo que reduciría los riesgos para la salud.

Igualmente, se entiende que CABALLERO (2008) define que las tecnologías disponibles para la conservación de alimentos por frío, confirman que las bajas temperaturas como la refrigeración son para comercialización a corto y mediano plazo, mientras que según UMAÑA (2012) indica que la congelación es para comercialización a largo plazo.

2.5.3. Agentes Microbiológicos.

Se define a los agentes microbiológicos según el estudio de la microbiología, donde se enseña que la ausencia de brotes de fiebre tifoidea (enfermedad infecciosa) atribuidos a alimentos congelados, parece indicar que hay poco peligro de que los alimentos conservados por un procedimiento de congelación por frío, sean fuente de origen de esta enfermedad, a menos que la contaminación sea masiva. Las investigaciones realizadas con cepas de salmonellas (bacteria que produce infección intestinal), proporcionan evidencias de que la refrigeración a 5 [°C] o menos, debe emplearse para asegurar que estos microorganismos no se desarrollen en los alimentos. Por debajo de esta temperatura estos microorganismos disminuyen de forma efectiva (CABALLERO, 2008).

Además, Caballero manifiesta que el concepto se conoce de acuerdo a cualquier alimento de origen vegetal o animal que puede contener un número variable de bacterias, levaduras y moho. Para alterar estos microorganismos sólo se necesitan condiciones de crecimiento adecuadas. Poseen una temperatura de crecimiento óptima y otra mínima, por debajo de la cual no pueden multiplicarse (CABALLERO, 2008).

"Si las bacterias, mohos y levaduras no fueran los únicos agentes que causan descomposición, no habría necesidad de mantener los alimentos por debajo de 10 grados, pero a esa temperatura pueden ocurre transformaciones ocasionadas por la acción de las enzimas, muchas de las cuales oxidan los alimentos, cambian su sabor, destruyen las vitaminas y otros valores nutritivos" (CABALLERO, 2008).

"Los microorganismos desempeñan varios papeles en las instalaciones de producción del alimento. Pueden contribuir al desperdicio del alimento, produciendo malos olores y sabores o alterando textura, aspecto del producto con la producción del limo y la formación de pigmento. Algunos organismos causan enfermedades; otros son beneficiosos y se requieren para producir alimentos tales como queso, carne, vino y sauerkraut (col agria con fermentación)" (UMAÑA, 2012).

Con respecto a las categorías de los microorganismos, Umaña demuestra que estos se ubican en cuatro categorías: bacterias, levaduras, hongos y virus. Las bacterias, son aquellos patógenos producidos por los alimentos más comunes. Las tasas de crecimiento bacterianas, bajo condiciones óptimas, son generalmente más rápidas que las de levaduras y de mohos, siendo las bacterias, unas de las primeras causantes de desperdicios o daños, especialmente en alimentos refrigerados y húmedos (UMAÑA, 2012).

Se considera que la actividad bacteriana es responsable de la putrefacción, ya que una vez muerto el pez, las bacterias ingresan a los tejidos por las branquias, a través de los vasos sanguíneos, directamente por la piel y por la membrana abdominal (DÁVALOS, Zamora, Natividad, Tercero, Vázquez y Quiñones, 2005).

La alteración microbiológica, también se reconoce cuando la flora microbiana sufre variaciones a causa del agua en donde habitaba el pez, dado que es posible encontrar bacterias presentes en la piel y en sus intestinos, pero en menor proporción. Estas son capaces de actuar por medio de las enzimas del pescado (FRAZIER et al., 1972).

Se deja en claro, que las bajas temperaturas, salvo en algunas ocasiones, no son capaces de destruir los microorganismos, dado que solamente se inhibe su acción y cuando el producto es retirado de la refrigeración o descongelado, los gérmenes recobran su actividad y lo deterioran. Esto puede ser visualizado por medio de Figura N° 2.12 (UMAÑA, 2012).

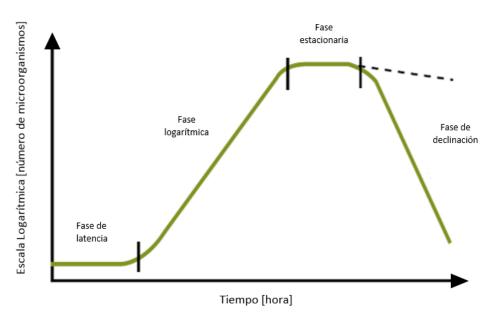


Figura N° 2.12: Curva típica crecimiento de microorganismos.

Fuente: UMAÑA, 2012.

Según (UMAÑA, 2012), los microorganismos pueden tener efectos positivos o negativos, dependiendo del producto que se quiera generar, además de mantenerse en mejores condiciones cuando son sometidos a bajas temperaturas. Para CABALLERO (2008) los microorganismos poseen una categorización según el tipo. También, los alimentos conservados por medio de bajas temperaturas, pueden prevenir el deterioro de sus propiedades nutritivas, por causa de bacterias, levaduras y moho.

DÁVALOS et al. (2005), se enfoca en la actividad bacteriana que sufre la carne de pescado cuando comienza a deteriorarse, coincidiendo plenamente, con lo explicado por FRAZIER (1972), acerca de las alteraciones en la carne de pescado.

Se comprende que a medida que la temperatura desciende por debajo de la óptima, el ritmo de crecimiento del microorganismo tenderá a decrecer. Las temperaturas más frías, previenen el crecimiento y también, lentamente continúa la actividad metabólica. Rebajar la temperatura a los alimentos, produce efectos diversos en los distintos microorganismos que están presentes en la naturaleza del producto perecedero. Una disminución de 10 grados, puede detener el crecimiento de unos y retrasar el de otros.

2.5.4. Autólisis.

Huss define a autólisis como "auto-digestión". Existen dos tipos de deterioro en el pescado: bacteriano y enzimático. Además, por estudios realizados a las especies bacalao y atún aleta amarilla, se sabe que los cambios enzimáticos presentes en un pescado fresco, no tiene relación con los cambios de la calidad microbiológica. Para especies marinas como calamar y arenque, los cambios enzimáticos tienen una estrecha relación con el deterioro de la carne, una vez refrigerados. De igual forma, la autólisis sumada al proceso microbiano, contribuye en diferentes niveles a la pérdida general de la calidad de la carne de pescados (HUSS, 1999).

Luego de la muerte del pescado o post morten, el glucógeno (reserva de energía derivado de la glucosa) pasa a ser ácido láctico (sustancia generada en las células musculares y glóbulos rojos) provocando una baja en el pH. Esto hace que se activen las proteasas (enzimas que actúan sobre las proteínas) y que generen grandes cantidades de aminoácidos libres (AUBOURG, 2001).

Se deben tomar precauciones especiales una vez que los peces son capturados, dado que los pescados se descomponen rápidamente y comienzan por la autólisis, en conjunto a la actuación de los microorganismos. La rigidez cadavérica de estas especies, hace que se coagulen las proteínas y comienza el actuar de las enzimas o autólisis para generar la descomposición de las proteínas en compuestos nitrogenados. Aquí es cuando se emite malos olores y esto advierte que el pescado no está en condiciones frescas (PLANK, 2005).

El ambiente frío que se le proporcione al pescado hará que se retarde la acción de las enzimas, es decir, la autólisis empezará a surgir con menor rapidez. Se considera que el pescado se descompone antes que

cualquier otra carne de animal, puesto que son especies de sangre fría y viven además, en ambiente frío. Es por esto que la descomposición se produce más rápido a temperatura ambiente (PLANK, 2005).

También, se define como una serie de alteraciones del pescado causadas por las enzimas del pez vivo y que permanecen latentes luego de la muerte. Estas son denominadas como reacciones enzimáticas que intervienen de manera perceptible en el sabor de la carne y que ocurre en los primeros días de almacenamiento. Posteriormente, se puede dar lugar a la putrefacción bacteriana (DÁVALOS et al., 2005).

Para HUSS (1999) la autólisis se explica como aquel proceso donde se generara un deterioro producido por las bacterias y las enzimas, provenientes de la carne de pescado, mientras que para AUBOURG (2001), este concepto es la alteración producida luego de la muerte del pez, por lo que ambos autores utilizan definiciones similares. Además, PLANK (2005) indica que la autólisis se muestra cuando la carne de pescado ya no está en condiciones frescas y sucede durante la rigidez del pescado. Asimismo, agrega que las bajas temperaturas ocasionan que la producción de enzimas, se retarde.

DÁVALOS et al. (2005), detalla aún más el concepto en términos de la carne de pescado, indicando que las enzimas son causantes de la alteración del sabor del producto, haciendo que incluso llegue a quedar rancio.

2.5.5. Oxidación.

Se entiende por oxidación, al proceso donde el oxígeno da lugar a la aparición de olores y sabores de tipo rancio (DÁVALOS et al., 2005).

El pescado presenta una gran cantidad de ácidos grasos, por lo que son susceptibles a la oxidación dado el mecanismo autocatalítico (induce y controla la reacción química) (HUSS, 1999).

Los lípidos, compuestos especialmente de ácidos grasos, son nutrientes altamente necesarios para el correcto crecimiento y desarrollo del pez, dado que representa una fuente de energía. Es por ello que la oxidación de los lípidos es responsable de la descomposición de los alimentos, puesto que esta da lugar a olores extraños, alteraciones en el color por la pérdida de nutrientes y también, origina compuestos potencialmente tóxicos (NAVARRO, Bringa y Pacheco, 2004).

DÁVALOS et al. (2005), HUSS (1999) y NAVARRO et al. (2004) manifiestan apreciaciones similares con respecto a los efectos que produce la oxidación en los alimentos, en especial en los organismos acuáticos, luego que comienzan a dejar de lado la frescura y evidenciar pérdida en calidad. Para todos los autores, la presencia de los lípidos en el organismo de los pescados hace que la carne se pueda deteriorar rápidamente, ya que se encuentran fuera de su hábitat y las temperaturas ya no son correspondientes a estos organismos acuáticos de sangre fría.

2.6. Cadena de Frío en la Cadena de Suministro.

Se define como el control permanente de los cambios de temperatura en los alimento desde su producción, traslado a la planta, proceso, elaboración, almacenamiento, traslado al centro de distribución, consumidor y posventa Esto es evidente de acuerdo al esquema de Figura N° 2.13 (BETANCOURT, Manzanedo, Conejero, y Sarroca, 2005).

La cadena de frío, se entiende como un conjunto de etapas sucesivas en la producción, proceso y comercialización de los productos alimenticios perecederos. Constituye una parte importante en la preservación y conservación de alimentos, tomando en cuenta a la sociedad moderna, en donde la refrigeración es uno de los métodos más utilizados para la conservación de alimentos perecibles. Su correcta manipulación, ayuda a disminuir el riesgo potencial de que microorganismos peligrosos para la salud humana proliferen y produzcan enfermedades alimentarias (ARMSTRONG, Quintana y Chesta, 2012).

De igual manera, la cadena de frío consiste en una metodología de control de temperatura, dentro de una cadena de suministro, es decir, se encuentra dentro de las actividades relacionadas al flujo de transformación de bienes desde la etapa de extracción de materia prima hasta llegar al consumidor final, además de todos los flujos de materiales e información necesaria para el cumplimento de este proceso. Es por ello que deben mantener las condiciones de almacenamiento y distribución, apropiadas para un producto determinado. Los usos más comunes de la cadena de frío se dan en la industria de alimentos y productos farmacéuticos (USDA, 2005).

También, se comprueba que los procesos involucrados en una cadena de frío, pueden ser catalogados como una extensión de los procedimientos de buenas prácticas de manufactura, que son requeridas en las diferentes industrias para lograr las características de salubridad y seguridad óptimas. Su aplicación es válida siempre y cuando, no exista la presencia de efectos colaterales en los productos alimenticios (USDA, 2005).

USDA advierte que la administración de la cadena de frío, conlleva un proceso continuo de validación de los materiales usados, la integración de la confiabilidad de los sistemas y el desempeño que estos pueden proveer, según los puntos de control de la cadena de frío. Los instrumentos utilizados deben cumplir con estrictos procesos de manufactura que garantizan la conservación de la temperatura dentro del sistema de transporte y almacenamiento. Se consideran pruebas específicas y de vital importancia, para asegurar que los empaques resistan a las condiciones extremas de operaciones y conservación (USDA, 2005).

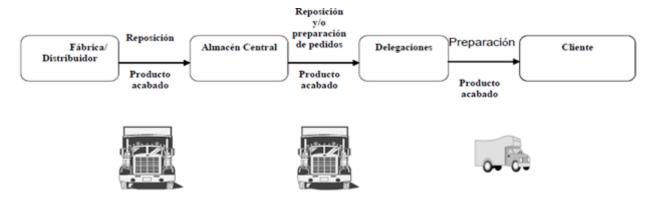


Figura N° 2.13: Control de la Cadena de frío. Fuente: AGUILAR, 2012.

Finalmente, se tiene que BETANCOURT et al. (2005) explica la cadena de frío como un proceso donde la temperatura se mantiene de acuerdo a cada control ejercido durante cada etapa por la que pasa el producto sometido a una conservación en frío, comparado con ARMSTRONG et al. (2012), se determina la similitud de sus definiciones, pero además este adiciona la importancia de la cadena de frío para la sociedad moderna, involucrada en el cuidado de los alimentos para prevenir enfermedades, evitando la presencia de microorganismos peligrosos en los alimentos perecederos, como por ejemplo la carne de pescado.

Por otro lado, USDA (2005) estable el concepto centrado en el control de temperatura producido en el almacenamiento y distribución del alimento, que además puede ser aplicado en productos farmacéuticos. Las buenas prácticas de manufactura y del cuidado en la conservación durante cada operación ejercida para mantener los productos alimenticios, se generan con el fin de que estos no tengan efectos colaterales en el proceso.

Igualmente, la bibliografía consultada hace posible la comprensión de la confiabilidad y desempeño de los sistemas al interior de la cadena de frío, sustentados en la trazabilidad de la información relacionada con las variables de temperatura y humedad relativa en la utilización de vehículos, contenedores y depósitos, que cuentes con los elementos necesarios para controlarlos.

2.6.1. Logística en la Cadena de Frío.

La logística del frío se relaciona con la caducidad de los alimentos perecederos, destacando el control y mantención de la cadena de frío para evitar fallas que deterioren la calidad del producto, incluyendo el control del almacenaje de productos frescos en tiempos limitados, los abastecimientos continuos a los puntos de venta e inversiones elevadas en instalaciones de enfriamiento (cámaras de refrigeración, cámaras de congelación y vehículos especiales). Todo esto es necesario para mantener la temperatura de los productos según la naturaleza de este (COMPÉS y González, 2004).

Asimismo, se considera como la integración entre eslabones de la cadena de suministro bajo una correcta administración de las actividades, es decir desde que el producto es producido, trasladado a almacenamiento y distribución. La importancia radica en como acortar los tiempos para que los alimentos tengan mayor vida útil una vez que llegan al consumidor final, siendo seguros para la salud y provocaría un menor costo de transporte con la utilización de rutas óptimas (CAPEL y Russo, 2012).

La logística en la cadena de frío es entendida como las actividades dentro de la cadena de suministro, que garantizan las temperaturas de la cadena de frío de los productos perecederos. Esta se encarga de asegurar que las actividades se realicen con eficiencia (cumplir con requerimientos de los clientes sin mal utilizar recursos) y eficacia (cumplir con requerimientos de los clientes sin importar el adecuado uso de recursos), comprobando la medición y control de temperaturas; suministro de insumos, materia prima, almacenamiento y distribución (COMPÉS y González, 2004; CAPEL y Russo, 2012).

2.6.2. Puntos Críticos en la Cadena de Frío.

Los ausencia o falla en alguno de los eslabones de la cadena de frío (pre-enfriamiento, almacenamiento en frío antes de transporte para comercialización, transporte de refrigerado, cámara refrigerada en los puntos de venta; y exhibición y venta en un equipo refrigerado), afectan la conservación de los productos alimenticios y constituye una pérdida de la comercialización. Los controles efectuados a la cadena de frío y medición de la temperatura, son recomendables antes de cargar los productos a los vehículos especiales, mientras se transportan y antes de su acopio y entrega al consumidor final (LEAL, Mosquera, Zambrano y Dorado, 2013).

Según la revista de Logística, la temperatura de la carne de salmón se debe encontrar entre -18 [°C] y -21[°C] durante toda la cadena de frío, incorporando el control de la humedad relativa. Durante el almacenaje estas condiciones de operación deben ser estrictas y el envasado de los productos tiene que ser hermético, para evitar cambios de temperaturas. Además, la rotación del inventario se debe realizar por medio del sistema FIFO (el primero que ingresa, es el primero que sale), para evitar la caducidad del producto (LEGIS S.A, 2014).

Los transportes requieren de instrumentos de medición de temperatura y para productos diferentes dentro del transporte, se deben tener iguales requerimientos de temperatura. Es necesario pre-enfriar los vehículos antes de cargar los productos y las puertas del transporte no deben abrirse hasta que finalice este proceso. También, se deben implementar salas de proceso con temperatura controlada que permitan la operación de aislamiento entre carga y descarga. El orden de los productos se dispone de tal manera que no dificulte la circulación del aire que los enfría y se recomienda dejar pasillos de tránsito y no almacenar productos obstaculizando la salida del aire que originan los evaporadores (LEGIS S.A, 2014).

La rigurosidad el control de temperatura durante la cadena de frío se aplica en la carga y descarga de productos, lo cual tiene lugar en (AGUERRE, 2012):

- Almacenamiento en cámaras frigoríficas en centro de producción.
- Transporte en vehículos especiales.
- Plataforma de distribución y centros de venta.

Los frigoríficos y congeladores poseen dispositivos de lectura y registro de variación de temperatura, al igual que los vehículos especiales refrigerados, que poseen controladores térmicos y sistema de registro o contenedores isotérmicos que minimicen las posibles fluctuaciones de temperatura (AGUERRE, 2012).

Según este concepto, se comprende que el control de temperaturas es un factor crítico durante la carga y descarga de productos alimenticios, influyendo durante el almacenamiento en cámaras frigoríficas, utilización de transportes y distribución de productos al consumidor final. Evitar la fluctuación de temperatura en los eslabones claves de la cadena, previene el daño a la comercialización de una empresa (LEAL, Mosquera, Zambrano y Dorado, 2013; LEGIS S.A, 2014; AGUERRE, 2012).

2.6.3. Cámaras Frigoríficas.

Es un equipo que conserva el frío y es necesaria para mantener una temperatura estable. Cada alimento requiere una temperatura diferente de conservación, por lo cual estas cámaras son importantes para mantener los productos frescos. A su vez, el cuarto frío debe regular la temperatura, humedad, tiempo y compatibilidad organoléptica de cada alimento específico (AGUILAR, 2012).

Las investigaciones de Aguilar revelan que las cámaras son lugares importantes para mantener a los productos en condiciones frescas, pero también es de vital importancia, el tipo y la organización de almacenamiento. No todos los productos requieren la misma temperatura y si se proporciona la aplicación de frío a los alimentos, las temperaturas bajas en vegetales y frutas, principalmente, pueden quemarse y oxidarse por un exceso de frío (AGUILAR, 2012).

Se reconoce como un sector aislado de manera térmica, dentro del cual se contiene materia para extraer su energía térmica. La extracción de energía se lleva a cabo por medio de un sistema de refrigeración y se destaca, que su principal uso se da en la conservación de alimentos o productos químicos. La cámara debe estar aislada térmicamente, dado que debe ser capaz de minimizar la transferencia de calor hacia el exterior, por medio de su propia estructura y esto se puede conseguir, debido a los paneles de frigoríficos construidos con polímeros sintéticos de bajo coeficiente de transferencia de calor (ISOTERMIA, 2013).

Asimismo, establece que la cámara de refrigeración puede ser conocida como un cuarto que no enfría, vale decir, es un cuarto que extrae la energía expresada en el calor contenida en su interior y se lleva a cabo, por medio de un sistema frigorífico. Para ello, en el interior de la cámara se ubica uno o más evaporadores de refrigerante (ISOTERMIA, 2013).

La conservación de alimentos efectuada en las cámaras frigoríficas, puede demostrar un deterioro en los alimentos según factores como: la calidad y composición del pescado; protección de pescados contra la

deshidratación, técnica de congelación y ambiente iniciales durante el almacenaje y transporte. Estos factores se reflejan en cuatro fases principales de la producción y de la dirección de congelación de pescados (empaquetado, congelado, conservación en cámaras frigorífica y transporte) (UMAÑA, 2012).

Los autores consultados para el desarrollo de este concepto, coinciden en que las cámaras frigoríficas ayudan a proporcionar la frescura el alimento por mayor tiempo mientras se encuentran en almacenamiento. De acuerdo a UMAÑA (2012), si se llegaran a identificar alteraciones en los productos, esto se determinará por el evidente deterioro del alimento, demostrando un daño en la calidad y la composición. Influye la humedad y la temperatura adecuada que se le otorgue al alimento, mientras existe una transferencia de calor, según lo que expresa AGUILAR (2012). Por su parte, ISOTERMIA (2013) bajo una definición más técnica, se enfoca en que la cámara es un lugar aislado de donde se extrae la energía térmica (calor) para preservar alimentos y productos químicos.

2.6.4. Vehículo Especial Refrigerado.

Este vehículo, se conoce como un camión diseñado para transportar productos perecederos, el cual contiene un tráiler térmicamente aislado con espuma de plástico, además de contener un sistema autónomo de refrigeración, para extraer calor y mantener la temperatura de los productos, cuando estos realicen viajes a mucha distancia. La espuma plástica es liviana, a prueba de agua y no corrosiva. Exteriormente, estos camiones son provistos de superficies de acero o aluminio pulido, como motivo de que logre reflejar los rayos del calor del sol o de las superficies del camino. También, se les puede aplicar pinturas reflexivas, pero esta superficie debe mantenerse limpia, para no disminuir las propiedades deseadas para el vehículo refrigerante (ASHBY, 1995).

Estos transportes deben ser contenedores bien sellados, lo suficiente para mantener las concentraciones de temperatura durante el transporte. En ellos ocurre un proceso refrigeración, donde se elimina el exceso de calor y provee un control de la temperatura para los productos alimenticios mientras son transportados. El calor viene a ser, una forma positiva y medible de energía que está constantemente irradiando o fluyendo, hacia la fuente de frío o refrigeración (ASHBY, 1995).

Este tipo de transporte terrestre, es aquel que tiene un control de la temperatura constantemente, dado el tiempo de recorrido, la temperatura ambiente y el riesgo de averías o daños en el vehículo. Son preparados para productos sensibles a la humedad relativa y a la composición química de la atmósfera en la cual se encuentran, determinando que estas condiciones también deben ser controladas (UMAÑA, 2012).

Estos vehículos contienen contenedores de carga, que son generalmente de 2,4 metros de ancho, 2,4 a 2,9 metros de alto y 6,1 o 12,2 metros de largo, con puertas envisagradas en un extremo para la carga de productos y el acceso al interior. La maquinaria está dispuesta para abarca el extremo opuesto, por lo tanto, debe proporcionar rigidez y el aislamiento para las estructuras (UMAÑA, 2012).

El transporte por medio de vehículos especiales posee sistemas aislantes para que los productos perecederos no aumenten la temperatura con la cual deben ser conservados en refrigeración, integrando el control constante de dicha temperatura durante el trayecto hacia su destino (ASHBY, 1995; UMAÑA, 2012).

2.6.5. Transferencia de Calor.

La transferencia de calor es la ciencia que busca determinar la transferencia de energía que puede ocurrir entre materiales, como resultado de diferencia de temperatura. No sólo explica cómo se transfiere el calor, sino que también trata de determinar la rapidez a la que se realiza el intercambio de calor, satisfaciendo la primera Ley de Termodinámica (la velocidad de transferencia de energía hacia un sistema debe ser igual a la velocidad de aumento de esta energía en aquel sistema) y segunda Ley de Termodinámica (el calor se transfiere en la dirección decreciente de temperatura). También existen tres métodos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación (HOLMAN, 1999).

La energía térmica se logra transferir de un sistema a otro como resultado de diferencia en temperatura. La transferencia de calor siempre se produce del medio caliente al medio frío, puesto que siempre ocurre desde la temperatura más elevada en dirección a la temperatura más baja y se detiene cuando ambos alcanzan la misma temperatura. Estos son sistemas en los que está ausente el equilibrio térmico y existe un fenómeno fuera de equilibrio. También, es la ciencia enfocada en determinar la velocidad de transferencia por unidad de tiempo, donde la temperatura es la fuerza impulsora para la transferencia de calor y posee tres mecanismos básicos: conducción, convección y radiación (CENGEL, 2004).

La cantidad de calor transferida durante un proceso, se obtiene por la siguiente fórmula expresada en Kilojoule por segundo (CENGEL, 2004):

$$Q = m C_p \Delta T [kJ/s]$$
 (2.3)

Donde:

m, es la masa del material [kg].

 \mathcal{C}_p ,es el calor especifico a presión constante, se define como la energía requerida para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado, de una manera específica [kJ/ kg $^{\circ}$ C].

ΔT, es la diferencia de temperaturas en dirección a la temperatura más baja (T₁-T₂) [°C].

La velocidad promedio de transferencia de calor, se obtiene al dividir la cantidad total de transferencia de calor entre el intervalo de tiempo y puede ser equivalente a calentar 2,15 litros de agua en 1[°C] por segundo. Es por ello que a mayor gradiente de temperatura, mayor velocidad de transferencia de calor. Entonces se tiene la siguiente fórmula expresada en kilojoule por segundo (CENGEL, 2004):

$$Q_{Prom} = \frac{Q}{\Delta t} \left[kJ/s \right] \tag{2.4}$$

Para obtener el flujo promedio de calor durante el proceso de transferencia de calor por unidad de tiempo y por unidad de área **A**, es decir, la velocidad de transferencia por unidad de área, se utiliza la siguiente fórmula expresada en watts por metro cuadrado (CENGEL, 2004):

$$Q_{Prom} = \frac{Q}{A} \left[W m^2 \right] \tag{2.5}$$

a. Transferencia de Calor por Conducción.

El calor es la energía que puede ser transferida por conducción, cuya rapidez de transferencia por unidad de área $\bf A$, es proporcional al gradiente normal de temperatura. Además se ingresa la constante de proporcionalidad $\bf k$, la cual es la conductividad térmica del material y se coloca un signo menos delante de esta constante para satisfacer la segunda Ley de Termodinámica, de acuerdo a la eficiencia en transferencia de energía, dado que el calor debe fluir hacia abajo en la escala de temperatura, como lo indica la ley de Fourier. La rapidez de transferencia de calor se reconoce como $\bf q$ y $(\partial T/\partial x)$ es la gradiente de temperatura en dirección del flujo de calor. Entonces se tiene la siguiente fórmula expresada en watts (HOLMAN, 1999):

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} [W] \tag{2.6}$$

La conducción se conoce como la transmisión de calor desde una parte de un material a otra parte del mismo material. También, la conducción se consigue desde un material a otro, mientras ambos estén en contacto físico y sin un desplazamiento apreciable de las partículas del material. La ecuación diferencial fundamental para la transmisión de calor por conducción explica que $(dQ/d\theta)$ es la velocidad de flujo de calor, $\bf A$ es el área en ángulo recto en dirección en que fluye el calor $\bf y$ (- $\bf dt$ / $\bf dx$) es el gradiente de temperatura, indicando la velocidad de cambio de temperatura con la distancia en dirección del flujo de calor. El factor $\bf k$ es la conductividad térmica de un material $\bf y$ es la propiedad por donde fluye el calor, variando con la temperatura. Por lo tanto, se tiene la siguiente fórmula expresada en watts (KNUDSEN, Hottel, Sarofim, Wankat y Knaebel, 2001):

$$\frac{dQ}{d\theta} = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W] \tag{2.7}$$

$$Q = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W] \tag{2.8}$$

Esta transferencia de calor ocurre por medio de la energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las menos energéticas, como resultado de las interacciones entre esas partículas. Se considera como la conducción de estado estacionario del calor, a través de una pared plana grande de espesor Δx, como se muestra en Figura N°2.14. Además, la velocidad de conducción del calor por medio de una capa plana, es proporcional a la diferencia de temperatura ΔT a través de ésta y al área A de transferencia de calor, pero es inversamente proporcional al espesor Δx de esa capa. La constante de proporcionalidad k indica la conductividad térmica del material y el signo negativo en la ecuación garantiza que la trasferencia de calor se haga en dirección positiva, para obtener una cantidad positiva. Por lo tanto, se tiene la siguiente fórmula expresada en watts (CENGEL, 2004):

$$Q_{Cond} = kA \frac{(T_2 - T_1)}{\Delta x} = -kA \left(\frac{\Delta T}{\Delta x}\right) [W]$$
 (2.9)

Donde:

k, es la capacidad de un material para conducir calor [W/m °C].

A, es el área del material $[m^2]$.

ΔT, es la diferencia de temperaturas en dirección a la temperatura más baja (T2-T1) [°C].

 Δx , es el espesor del material [mm].

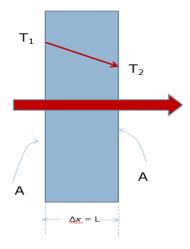


Figura N°2.14: Conducción de calor a través de una pared plana grande, de espesor Δx y área A. Fuente: CENGEL, 2004.

La capacidad de los materiales para conducir calor, está dado por las diferentes formas que tiene para almacenar calor y se ha definido la propiedad de calor específico C_p como una medida de la capacidad de un material, para poder almacenar energía térmica. Por ejemplo, C_p para el agua es de 4,18 [kJ/kg °C] y el hierro tiene un $C_p = 0,45$ [kJ/kg °C]. Esto indica que el agua almacena casi 10 veces más energía que el hierro por unidad de masa (CENGEL, 2004).

Igualmente, se tiene que la conductividad térmica k, es una medida de la capacidad de un material para conducir calor, donde un valor elevado de conductividad térmica indica que el material es un buen conductor de calor y un valor bajo, indica que es un mal conductor o que es un aislante. Por ejemplo, el k del agua es 0,608 [W/m °C] y para el hierro es 80,2 [W/m °C] a temperatura ambiente. Se concluye que el hierro conduce calor más de 100 veces más rápido que el agua. También, se puede decir que el agua es mala conductora de calor en relación al hierro, pero se sabe que es un excelente medio para almacenar energía térmica. Para otro tipo de materiales como los alimentos comunes, se tiene los valores de conductividad térmica k, en Tabla N° 2.6 (CENGEL, 2004).

Tabla N° 2.6: Propiedades de tipos de carne y conductividad térmica k.

Carnes	Temperatura [°C]	Densidad [pkg/m³]	Conductividad térmica, k [W/m °C]	Calor Específico [kJ/kg °C].
Bistec de vacuno	6	950	0,406	3,36
Carne magra vacuno	3	1090	0,471	3,54
Carga grasosa vacuno	35	810	0,19	-
Hígado vacuno	35	-	0,448	3,49
Pechuga de pollo	0	1050	0,476	3,56
Bacalao	3	1180	0,534	3,71
Salmón	3	-	0,531	3,36
Jamón	20	1030	0,48	3,48
Cordero	20	1030	0,456	3,49
Magra de Cerdo	4	1030	0,456	3,49
Pechuga de pavo	3	1050	0,496	3,54
Ternera	20	1060	0,47	3,56

Fuente: CENGEL, 2004.

Finalmente, para HOLMAN (1999) la transferencia de calor se puede comprender como la ciencia que busca determinar la energía transmitida de un material a otro. Todo esto se debe a la fuerza generada por la diferencia de temperatura. En este proceso no solamente interesa saber la cantidad de energía transferida, sino que también la rapidez del flujo de calor, satisfaciendo la primera y segunda Ley de Termodinámica. La conducción es expresada por una fórmula que posee la diferencia de temperatura, el espesor del material, el área del material y el coeficiente k (capacidad de conducir el calor a través de un material). Mientras tanto, CENGEL (2004) agrega a la definición anterior, que el calor fluye desde un medio frío a uno caliente y señala que existe una ausencia de equilibrio térmico. También, explica que C_P es el coeficiente que indica la capacidad de almacenar energía térmica y el coeficiente k, indica la capacidad para transferir calor a través de un material.

En la similitud de las definiciones en este concepto, KNUDSEN et al. (2001) añade que el calor se transmite a otro lugar dentro del mismo material o de un material a otro. Además, también presenta la ecuación de conducción, idéntica en todos los autores consultados para la temática y la cual será utilizada en el desarrollo de los resultados.

2.7 Alternativas de Hielos (insumo) para Refrigeración.

2.7.1 Hielo en Escamas ("hielo escama").

Es un hielo empleado al comienzo de las operaciones con productos marinos, dado que es un tipo de hielo eficiente para la refrigeración rápida del producto. El hielo en escamas otorga más superficie de transferencia de calor por tonelada (1,579 [m²]), mientras que otros hielos sólo ofrecen entre 396 y 1.027 [m²] por tonelada. Este hielo es fácil de manipular y de almacenar, debido a que es completamente seco y fluye libremente (NORTH START ICE, 2014).

El hielo en escamas se distribuye de forma fácil, suave y uniforme alrededor del pescado y dentro de la caja o contenedor. Es un hielo capaz de producir poco daño a la estructura de la carne de pescado y tiene la capacidad de enfriar rápidamente comparado con hielos usualmente utilizados (placas, tubos, bloques y bloques triturados). El problema con esta tecnología de enfriamiento, es que ocupa más volumen de la caja o contenedor dentro de una misma capacidad de enfriamiento. Si el hielo se encuentra mojado (con más cantidad de agua), su capacidad para enfriar se reduce más que en otros tipos de hielo, puesto que tiene una mayor área por unidad de peso (HUSS,1999).

Heen demuestra que el hielo en escamas es el método más utilizado en los países desarrollados para la conservación de los productos marinos en estado fresco, por medio del método de la refrigeración. Este consigue enfriar rápidamente los productos, siendo mayormente apropiado en los pescados y logra extender la vida útil de los alimentos. Es un sistema inocuo, fácil de transporta y un costo accesible (HEEN, 1982).

La transferencia de calor se produce por contacto directo del pescado con hielo en escamas, por la conducción entre piezas adyacentes y por el agua de fusión (absorbe el calor de la carne de pescado) que actúa en la superficie del pescado. Es por ello que la carne de pescado más el hielo, reduce el espesor de la capa más recientes de pescado a enfriar y beneficia al enfriamiento mediante la convección entre el agua de fusión con el pescado (el hielo se comienza a fundir) (HEEN, 1982).

A pesar de sus ventajas en la refrigeración, en las últimas décadas se han buscado nuevos métodos que permitan mejorar las falencias que posee el "hielo escama" (hielo tradicional), puesto que se requiere mejorar la calidad de los productos del ámbito pesquero a refrigerar (HEEN, 1982).

North Star Ice crea la maquinaria que se ocupa para elaborar el "hielo escama" en Puerto Montt. Esta puede ser observada en Figura N° 2.15, una máquina de acero inoxidable que es instalada en tierra o en los bugues. Su capacidad puede estar entre las 4,6 y 5,3 toneladas de hielo, dependiendo de las

condiciones de funcionamiento y puede utilizar amoniaco o refrigerantes basados en hidrocarburos halógenos. Se indicó que el espesor de hielo varía según la velocidad que se le proporcione al rotor (NORTH STAR ICE, 2014).



Figura N° 2.15: North Star Modelo 90 escamas utilizados en fabricantes de Hielo en Puerto Montt, Chile.

Fuente: NORTH STAR ICE, 2014.

Por último, se entiende que NORTH START ICE (2014) clasifica al "hielo escama" como un conservante en frío utilizado en las etapas iniciales de los productos marinos, por lo que también exponen el equipo productor de este hielo, concordando con HUSS (1999), al identificar este tipo de hielo como fácil de manipular, adaptándose al sitio de almacenaje y sin producir daños al producto indicado como carne de pescado, enfriándolo de manera rápida. Para el autor HEEN (1982), es un método utilizado ampliamente en los países industrializados, debido al bajo costo y un fácil transporte, conjuntamente se considera sus propiedades sanitarias para tener contacto con los alimentos. Aun así, la calidad de este insumo no es tan alta para mantener enfriados los productos de tal forma que se prolongue la vida útil durante el almacenamiento.

2.7.2 Hielo Gel ("hielo líquido").

En la industria pesquera, se utiliza agua de mar para la elaboración de "hielo líquido", donde sucede una suspensión de cristales de hielo en agua. En algunos casos también incluyen aditivos como etanol, metanol, cloruro de sodio o etilenglicol, a modo de mejorar propiedades fisicoquímicas como la disminución del punto de congelación y la viscosidad, proporcionar un aumento a la conductividad térmica y evitar las aglomeraciones de las partículas de hielo (EGOLF y Kauffeld, 2005).

El "hielo líquido", también es conocido como "Gel-ice" o "Flow-ice", debido a la consistencia que posee una vez que es elaborado y es algo tan simple como una suspensión de partículas de hielo formadas con agua de mar o agua dulce con sal (RODRÍGUEZ, 2009).

Según Rodríguez del Departamento de Refrigeración de KINARCA S.A., empresa especialista en instalaciones frigoríficas navales e industriales y que posee gran preponderancia dentro del mundo de la refrigeración, asegura que este sistema de hielo líquido se puede emplear en una amplia variedad de productos, debido a su composición de tipo gel que permite el contacto directo con los alimentos y está libre de sustancias químicas. Además, este hielo es aquel que a primer contacto se derrite de inmediato, cediendo el calor latente 80 [kcal/kg] al producto caliente, de esta manera el coeficiente de transmisión térmica aumenta de una manera considerable frente al hielo convencional (RODRÍGUEZ, 2009).

Dentro de empresa Q´HIELO Ltda., el "hielo líquido" (Flow-ice) es un producto elaborado a base de agua de mar, más la aplicación de sistemas de refrigeración, lo que conforma un hielo más económico, donde las plantas de producción están ubicadas a orillas de mar, dado que existe la posibilidad de bombear el agua hacia los contenedores. Es un tipo de hielo que puede ser almacenado en silos, para su posterior uso o distribución a los clientes y logra circular de forma indirecta por medio de un intercambiador de calor y es capaz de proporcionar un enfriamiento rápido de los productos alimenticios, en la mitad del tiempo que con el hielo tradicional, conservando sus características de frescura y calidad (Q´HIELO LTDA., 2013).

Este hielo puede ser llamado "hielo fluido", "binary ice", "bubble slurry" e "ice slurry". Es capaz de cubrir completamente la carne de pescado de forma rápida, en un tiempo que fluctúa entre 2 y 2.5 horas, para llegar a enfriar a una temperatura de 0[°C], bloqueando el acceso del oxígeno para mantener el valor del pH y acidez del pescado durante un período prolongado. De esta forma se retardan los mecanismos de oxidación y de destrucción de la estructura interna del pescado (ESPINAL y Espinal, 2014).

En relación a las consideraciones con el producto pescado, Espinal y Espinal indican que el pescado enfriado con "hielo líquido" no se congela, es decir, los ojos del pescado no se enturbian y las branquias permanecen de color rojo natural. Lo que indica la alta calidad del pescado fresco al ser refrigerado. También es importante aclarar, que se retarda el crecimiento de bacterias en la estructura del pescado. La operación es visualizada a grandes rasgos en Figura N°2.16 (ESPINAL et al., 2014).



Figura N° 2.16: Utilización de "hielo líquido". Fuente: ESPINAL y Espinal, 2014.

Por medio de Figura N° 2.17, muestra el funcionamiento de una planta generadora de "hielo líquido" utilizado en la industria pesquera. Contiene un generador de hielo a base de amoniaco donde se forman los cristales que deben ser esféricos de tamaño microscópico y que se presenten en gran cantidad para lograr la propiedad de enfriamiento rápido, un estanque de almacenamiento que posee cuchillos, un estanque para mezclas y las tuberías para luego iniciar la distribución del producto (BELLAS et al., 2005).

Capa de hielo Capa de hielo Descarga Generador de hielo Estanque de mezcla Salida hielo líquido Salmuera

Figura N° 2.17: Planta generadora de "hielo líquido".

Fuente: BELLAS y Tassou, 2005.

Los cristales formados son transferidos al estanque de almacenamiento, para que se acumulen y alcancen la concentración de hielo cercano al 70 por ciento. Luego se incorpora la salmuera al estanque de almacenamiento para que empuje los cristales hacia los cuchillos, donde se remueven los cristales y los dirige a la tubería de descarga. La solución llega al estanque de mezcla, se agrega salmuera, se agita y se consigue una concentración de entre 30-35 por ciento de hielo. Por último, esta mezcla es bombeada al lugar de procesamiento (BELLAS et al., 2005).

Se señala que el "hielo líquido" es conocido como una tecnología inventada en la ex Unión Soviética, pero su importancia comienza en los años noventa, cuando las industrias canadienses y alemanas iniciaron la fabricación de generadores de "hielo líquido" para uso comercial (EGOLF et al., 2005).

Espinal y Espinal manifiestan que las máquinas productoras de gel líquido ("hielo líquido") o hielo binario, representan una nueva tecnología en refrigeración de alimentos. Estas producen un hielo de consistencia blanda, con alta capacidad de intercambio de calor, hasta los 80 [kcal/kg]. Estos equipos son diseñados para producir hielo fluido, donde sus dimensiones exteriores son pequeñas, pero es capaz de elaborar 10 toneladas de hielo fluido por día, con un 40 por ciento de densidad de cristalización. Se puede hacer uso de silos para almacenar el producto, en conjunto a una instalación de bombeo y mangueras de distribución (ESPINAL et al., 2014).

Al igual que BELLAS et al. (2005), los autores ESPINAL et al. (2014) agregan que para este sistema de producción, se utiliza un generador de hielo fluido estándar, el cual es de tipo mecánico que se compone de dos cilindros (internos y externos), para asegurar la refrigeración. Luego se suministra un refrigerante entre los cilindros, para lograr que se enfrié la superficie del cilindro interior, al cual es regado con agua de recirculación o solución acuosa. Finalmente, se forman los cristales de hielo que son eliminados por la rotación de los raspadores y caen en la bandeja del generador de hielo. Este proceso puede ser llevado a cabo, por el modelo ISP-10 de la Compañía VLADFRIZING de la Federación Rusa, representada por Figura N° 2.18 y cuyas características se encuentran en Tabla N° 2.6.



Figura N° 2.18: Modelo ISP-10 para hielo fluido de la Compañía VLADFRIZING. Fuente: ESPINAL y Espinal, 2014.

Tabla N° 2.7: Especificaciones técnicas del modelo ISP-10.

Especificaciones técnicas. Rendimiento de cristalización del 40[%] 10[t/día] (a temperatura ambiental de 25 [°C] temperatura de agua de mar a 15[°C]) Materia prima Agua de mar Enfriamiento Con agua Condensador Acero inoxidable Marca del compresor Bitzer Electricidad al compresor 380/3/50 [v] /Fase / 60 [Hz] Refrigerante R404A Dimensiones (Largo *ancho*alto) 1.150*1.150*1.600[mm] Potencia 13 [kW] Peso 900[kg]

Fuente: ESPINAL y Espinal, 2014.

A través de la revisión de bibliografía para este concepto, EGOLF y Kauffeld (2005); RODRÍGUEZ (2009) y Q'HIELO LTDA. (2013) concuerdan en que el "hielo líquido" es elaborado con agua de mar o dulce, más la aplicación de sal, para que logre la consistencia de gel o viscosa, logrando ser un tipo de hielo que se derrite al contacto inmediato con el alimento, comprobando la transmisión de calor que incorpora el hielo. ESPINAL et al. (2014) incorpora a la definición expuesta por los autores anteriormente indicados, que el "hielo líquido" tiene la propiedad de evitar o reducir la oxidación en la carne de pescado, para disminuir el deterioro del producto alimenticio y por lo tanto, entrega el beneficio de calidad en la mantención de frescura.

Se tiene también que BELLAS et al. (2005), se enfoca en la creación de "hielo líquido" para la industria pesquera, donde pueden ser incorporados compuestos químicos para obtener resultados más rápidos en enfriamiento.

A continuación, se realiza una comparación entre ambos tipos de tecnologías, donde el "hielo líquido" presenta una serie de ventajas para la conservación de pescados, las cuales son las siguientes:

- El "hielo líquido" tiene la propiedad de enfriar rápidamente. La superficie de contacto entre partículas de hielo y el pescado, es mucho mayor que con el hielo en escamas (DAVIES, 2005).
- El coeficiente de transferencia térmica es mayor en el "hielo líquido" y la velocidad de enfriamiento depende de la forma de la especie, tamaño del pescado y de su conductividad térmica. Estos análisis logran explicar que el "hielo líquido" es el más rápido en comparación al hielo en escamas (BELLAS y Tassou, 2005).

- También, DAVIES (2005) expone que al enfriar el bacalao, el "hielo líquido" llego a 1[°C] en 1 hora y a -1,2[°C] en 2 horas. En cambio con el hielo tradicional, se tardó 11 horas en alcanzar recién 1[°C]. Según ESPINAL et al. (2014), el hielo fluido puede tardar entre 2 y 2,5 horas en enfriar el pescado.
- La tecnología del "hielo líquido", posee a un amplio rango de temperaturas inferiores a 0[°C]. La temperatura baja al elevar la concentración de hielo y principalmente al aumentar la concentración del aditivo (EGOLF et al., 2005).
- Los estudios de PIÑEIRO (2004), explican que la geometría esférica de las partículas del "hielo líquido", no daña la piel del pescado. En cambio, la forma en puntas del hielo en escamas produce daños superficiales en la textura del pescado.
- Otra característica, es que el "hielo líquido" proporciona una extensión de la vida útil de los pescados, dado que los cubre totalmente, impidiendo el espacio para que el aire tenga contacto con el pescado, lo cual si ocurre con el hielo tradicional o en escamas. Esto ocasiona un menor número de crecimiento bacteriológico (BELLAS et al., 2005).

En relación a las desventajas identificadas, se realizaron las siguientes comparaciones:

- De acuerdo a los estudios realizados por BELLAS et al. (2005), se estima que el costo en equipos para generar "hielo líquido" es mayor en comparación a un sistema de tipo convencional para enfriamiento y esto ocasiona la poca masificación de la tecnología. Los generadores de hielo necesitan un consumo eléctrico elevado, pero debido a que otorgan mayor eficiencia se pueden ahorrar en costos de distribución. Si posteriormente se desarrollan más investigaciones y aplicaciones para las propiedades de este hielo, se lograría la disminución de costos en equipamiento.
- BELLAS et al. (2005), también señala la gran variedad de aplicaciones que presenta esta tecnología ("hielo líquido") y se encuentra principalmente en Europa y Japón. Se ha implementado satisfactoriamente como sistema de aire acondicionado en edificios comerciales, en la industria láctea, pesquera y minera, así como también, en las vitrinas refrigeradas de supermercados.

2.8 Metodologías para Recopilación de Información.

2.8.1 Entrevista.

El objetivo de una entrevista es comprender la mentalidad del entrevistado, sin partir de ideas y conceptos predefinidos. Sólo se debe captar la forma en que los entrevistados comprenden la situación consultada, según sus percepciones y experiencias individuales. Para obtener información, se puede utilizar la entrevista cuantitativa, la cual es un cuestionario estandarizado que consta de una estructura rígida en preguntas y respuestas o también, es posible llevarla a cabo de forma libre mediante la entrevista cualitativa, es decir, sin estructura rígida (CORBETTA, 2007).

En las entrevistas cuantitativas o cuestionarios, a los entrevistados no se les permite referirse al tema en cuestión de acuerdo a su punto de vista, dado que sólo debe limitarse y autocontrolarse a la estructura que tiene el cuestionario que se le indica. Asimismo, el entrevistador debe asegurarse de plantear las mismas preguntas a los entrevistados. En tanto, en las entrevistas cualitativas, el entrevistador plantea el tema de conversación y es mucho más flexible, dado que se adapta al entrevistado, haciendo que este exponga sus ideas con libertad. El instrumento de la entrevista debe estar poco estandarizado y abierto a las condiciones que se presenten durante la entrevista (CORBETTA, 2007).

Según el grado de flexibilidad de las entrevistas cualitativas, estas pueden ser estructuradas, es decir, las preguntas que son planteadas por el entrevistador se encuentran preestablecidas en la forma de aplicación y en contenido. También pueden ser semiestructuradas, donde se preestablece el contenido, pero no la forma de las preguntas. Finalmente, se puede utilizar la no estructurada, la cual tiene preguntas que no son fijadas previamente y dependerán de quién sea el entrevistado. El único objetivo definido en este tipo de entrevista, es el tema a plantear (CORBETTA, 2007).

La entrevista cualitativa es definida como una reunión para conversar y facilitar el intercambio de información, según preguntas y respuestas entre dos personas: el entrevistador y el entrevistado, pero también puede ser una entrevista con varios entrevistados. El objetivo es lograr una comunicación con respecto al tema planteado (SAMPIERI, Collado y Baptista, 2010).

Las entrevistas cualitativas pueden ser de tipo estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas. En las entrevistas estructuradas el entrevistador sigue una guía de preguntas y no puede desviarse de estas (instrumento predeterminado en preguntas y orden en que estas se harán), las entrevistas semiestructuradas se basan en una guía de preguntas donde el entrevistador puede integrar preguntas adicionales para obtener mayor información (instrumento donde no todas las preguntas están predeterminadas) y por último, las entrevistas no estructuradas son aquellas que utilizan una guía general de contenido y el entrevistador tiene la posibilidad de elegir como realiza las preguntas (maneja el ritmo de la conservación; estructura y contenido de la guía) (SAMPIERI et al., 2010).

Al concluir la búsqueda de información sobre el concepto entrevista, se tiene que según CORBETTA (2007) la entrevista capta las ideas del entrevistado según temas específicos, ya sea a través de preguntas estandarizadas o con un mayor grado de flexibilidad, que permita al entrevistado explicar ampliamente un tema. La guía para realizar la entrevista se basa en un cuestionario, elaborado en base a preguntas preestablecidas y su forma de aplicación. También pueden ser preguntas no fijadas, pero si se conocen los contenidos del cuestionario y por último, estará la entrevista de tipo no estructuradas o que dependerán exclusivamente del entrevistado, debido a que sólo se define el tema a tratar.

Con respecto a SAMPIERI et al. (2010), este autor se concentra en la entrevista cualitativa, especificando que otorga libertad al entrevistado de explicar sus ideas o experiencias con respecto a una situación

consultada, siempre con el objetivo de alcanzar una comunicación fluida entre los actores. De igual manera, se define a los tipos de entrevistas, según la forma de obtener información más adecuada a la situación de investigación.

2.8.2 Encuesta.

La encuesta es la técnica de carácter primario, donde se consigue información de acuerdo a los objetivos propuestos. La información es proporcionada por una muestra, analizada por métodos cuantitativos y los resultados obtenidos, son extrapolados según los errores y confianzas de una población. Asimismo se explica que existen dos tipos de encuestas: personales y las no personales (ABASCAL y Grande, 2005).

Existen encuestas personales realizadas entre dos personas, donde se obtiene información del encuestado en base a un cuestionario estructurado. Este tipo de encuesta puede ser llevada a cabo en el domicilio del encuestado, en establecimientos, por vía telefónica, con intervención del computador al teléfono (encuesta telefónica asistida) o por ómnibus (cuestionarios multitemáticos realizados por institutos). Además, se tienen las encuestas no personales, las cuales son efectuadas por correo, siendo enviadas a personas que complementan el cuestionario por correo y luego es devuelto por este mismo medio. Se adjunta la carta de presentación del encuestador y las instrucciones para completar el cuestionario (ABASCAL y Grande, 2005).

La encuesta se compone de un conjunto de preguntas que pueden ser diseñadas en el instrumento cuestionario. El propósito es cumplir los objetivos de proyectos de investigación, recabando información de la situación analizada o problema investigado. Por este medio, las preguntas pueden ser abiertas (el encuestado contesta bajo sus propias palabras), cerradas (elegir opciones en una lista de respuestas) y respuestas a escala (mide la intensidad o grado de sentimiento con respecto a una pregunta) (BERNAL, 2010).

Finalmente, de acuerdo a ABASCAL et al. (2005), la encuesta se enfoca en una muestra y representa el comportamiento de la población estudiada, siendo aplicada de forma personal, utilizando un cuestionario estructurado a través de un medio telefónico, a domicilio, en establecimientos y por intervención de un computador, mientras que las encuestas del tipo no personal, son enviadas por correos. En el caso del autor BERNAL (2010), este considera a la encuesta como un instrumento que contiene varias preguntas que conforman un cuestionario, el cual se elabora con preguntas abiertas, cerradas o según el sentimiento del encuestado hacia la pregunta. Por lo tanto, centra el concepto encuesta en la elaboración de un cuestionario.

2.8.3 Observación Directa.

Mediante este método se registra lo que se ve y escucha e interpreta con respecto al contexto, siendo desarrollado a través de una descripción de los hechos. Generalmente se organiza la información de manera cronológica, demostrando la narración de las situaciones y actores involucrados. Se registran los

datos de forma sistemática, valida y confiable, ya sea de comportamientos o situaciones observables, reconociendo un conjunto de categorías y subcategorías, es decir, se recolecta información en base a conductas y procesos. Ejemplos de ello es analizar la aceptación o rechazo de un producto en un supermercado, analizar el comportamiento de personas con capacidades especiales, etc. (SAMPIERI, et al., 2010).

La observación directa es donde el investigador no sólo se queda en contemplar la situación, sino que también debe realizar una intervención en el proceso y con los actores, seleccionando aquellos hechos relacionados con el tema, puesto que no es posible observarlo todo. Este método se enfoca en participar en el proceso estudiado en el lugar, llegando más allá que una simple comprensión y es por esto que posee un mayor acercamiento al entrevistado, que una entrevista estructurada o realizada en profundidad (CORBETTA, 2007).

Se comprende según SAMPIERI et al. (2010), que la observación directa permite la organización cronológica de los hechos, describiendo la narración realizada en el análisis. Por su parte, CORBETTA (2007) define a la observación directa como aquella donde se logra apreciar situaciones, siendo participes de éstas, más allá de sólo hacer simples preguntas. Además de agregar, que es posible reconocer conductas y procesos mediante las investigaciones, con mayor profundidad que una entrevista estructurada.

2.9 Análisis Estadístico.

2.9.1 Pruebas de Distribución Normal.

a. Prueba de normalidad de D'Agostino - Pearson.

D´Agostino – Pearson es una prueba fácil de comprender y utilizar. Esta prueba de normalidad, funciona por medio del cálculo de la asimetría y la concentración de datos cerca de la media de la distribución. De esta forma, se puede cuantificar qué tan lejos se ubica de la Distribución de Gauss y en qué medida cada uno de los valores analizados, difiere del valor esperado en una Distribución Normal. Se logra calcular un p-valor (probabilidad de observar un valor como el observado o más extremo si la Ho es verdadera y que se encuentra desde cero a uno) según la suma de las diferencias en la distribución de datos (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

Esta prueba es utilizada para combinar la asimetría (distribución uniforme alrededor de la media) y curtosis (mide la forma acampanada o normal de la curva), basada en cuadrar ambas estadísticas, por medio de la suma de estas. La distribución del estadístico K^2 es aproximadamente una distribución X^2 , con dos grados de libertad y la hipótesis nula se basa en que la muestra es tomada de una población con valores distribuidos normalmente. (D´AGOSTINO et al., 1990).

b. Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk.

El funcionamiento de esta prueba proporciona excelentes resultados si cada valor es único, pero esto no sucede si existen vínculos entre los datos, es decir, cuando existen demasiados valores similares. Se prefiere el uso de la prueba D'Agostino-Pearson, puesto que la base de la prueba es difícil de comprender, a pesar de que la prueba de Shapiro-Wilk funciona bien en la mayoría de los casos (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

El método de Shapiro-Wilk depende de una matriz de covarianza (valor que indica el grado de variación entre dos variables aleatorias y determinar la dependencia de estas) entre el orden estadístico de las observaciones. En la matriz se tabulan valores para muestras pequeñas, de los cuales se desarrollan algoritmos, basados en aproximaciones (SHAPIRO y WILK, 1965).

c. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov (KS).

Para esta prueba se calcula un p-valor de un solo valor y no es recomendable de realizar, debido a la discrepancia entre la distribución acumulativa de los datos y la Distribución Gaussiana acumulativa (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

También, se tiene como supuesto que ya se conoce la media (promedio de una serie de datos cuantitativos) y la desviación estándar (cuantifica la variabilidad o dispersión de los datos cuantitativos) de una población, pero rara vez ocurre esto, es decir, es más probable tener conocimiento sobre la media y la desviación estándar de la muestra a analizar. Esta prueba es exacta para los p-valores pequeños y para los demás valores, informa (p-valores > 0,10) (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

Para Bhujel, este método es desarrollado para comprobar la normalidad en el ajuste de datos, a través de las frecuencias acumuladas sobre la base de la diferencia máxima en la frecuencia acumulada. También, significa que se verifica si la desviación más alta se encuentra todavía dentro del límite aceptable (BHUJEL, 2008).

Según la biográfica consultada para el desarrollo de estos conceptos, se establece que los análisis estadísticos para comprobar la Distribución Normal de los datos otorga resultados diferentes, debido a los diversos procedimientos para asegurar la normalidad de los datos, aproximándose de diversas maneras a los resultados. Los tres tipos de pruebas registran hasta qué punto la distribución se desvía del ideal de Gauss, pero el problema es que no aseguran cuál de las distribuciones se ajusta mejor a los datos y producto de ello sólo reconocen si la distribución es Gaussiana o no, lo cual indica una comparación bastante superficial (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014; D'AGOSTINO et al., 1990; SHAPIRO y WILK, 1965; BHUJEL, 2008).

2.9.2 Pruebas No Paramétricas.

a. Prueba Mann-Whitney.

Es una prueba no paramétrica para comparar dos grupos de datos no pareados, sensible a los cambios en la mediana (medida central). El p-valor obtenido coloca a prueba la hipótesis nula (H₀) de que dos grupos tienen la misma distribución. Para ello, primero se ordenan los datos de menor a mayor sin importar de que grupo de datos provengan y posteriormente se calcula un p-valor que depende de las diferencias entre los rangos medios de dos grupos (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

Los rangos de esta prueba parten desde 1 a n, donde n es el número total de valores en los dos grupos. Al promediar los rangos en cada grupo y si las medias de los rangos de los dos grupos son muy diferentes, el p-valor será pequeño. También, se explica que la H₀ de esta prueba es que las distribuciones de los dos grupos son idénticos, de tal forma que existe una probabilidad del 50 por ciento de que una observación de un valor seleccionado aleatoriamente de una población excede una observación seleccionada al azar de la otra población de datos (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

Para la interpretación de esta prueba, se comprende que un p-valor menor (p-valor < 0,05), causa el rechazo de la H₀ de que la diferencia se debe al muestreo aleatorio y concluir en cambio, que las poblaciones son distintas. Por otro lado, si p-valor es grande (p-valor > 0,05), los datos no dan razón alguna para rechazar la H₀ y no es lo mismo que asegurar que las poblaciones son iguales, pero no se tiene evidencia para decir que estas se diferencian (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014).

Además, Bhujel explica que este método (ver Tabla N° 2.8) se utiliza para comparar dos muestras independientes, similar a t-test de Student para dos muestras independientes en pruebas paramétrica. Esto se basa en el estadístico de Mann-Whitney (U) que se calcula con la siguiente fórmula, si el primer grupo de datos es mayor que el segundo grupo (BHUJEL, 2008):

$$U = (n_1 x n_2) + \left[n_1 x \frac{(n_1 + 1)}{2}\right] - R_1$$
 (2.10)

Donde:

 n_1 , es el número de muestras en el primer grupo.

 n_2 , es el número de muestras en el segundo grupo.

 R_1 , es la suma de los rangos del primer grupo.

Por otro lado, si el segundo grupo de datos es mayor que el primero, entonces la fórmula debe ser (BHUJEL, 2008):

$$U = (n_1 x n_2) + \left[n_2 x \frac{(n_2 + 1)}{2}\right] - R_2$$
 (2.11)

Donde:

 n_1 , es el número de muestras en el primer grupo.

 n_2 , es el número de muestras en el segundo grupo.

 R_2 , es la suma de los rangos del segundo grupo.

Finalmente, la prueba no paramétrica utilizada para grupos de datos de muestras independientes, no puede ser utilizada en tres o más grupos, así como también, no se pueden generar pruebas t para datos no pareados de tipo paramétricas. Es preciso recurrir a otros tipos de pruebas (ver Tabla N° 2.8). Además, esta prueba compara sumas de filas y no se puede comparar medianas, ni las distribuciones de datos. En caso de que se desee comparar medianas, se requeriré la suposición de que las distribuciones de las dos poblaciones tienen la misma forma, incluso si tienen distintas medianas y si se rechaza la prueba, se reporta un p-valor pequeño, concluyendo que las medianas son diferentes (GRAPHPAD SOFTWARE INC., 2014; BHUJEL, 2008).

Tabla N° 2.8: Pruebas estadísticas según condiciones de uso.

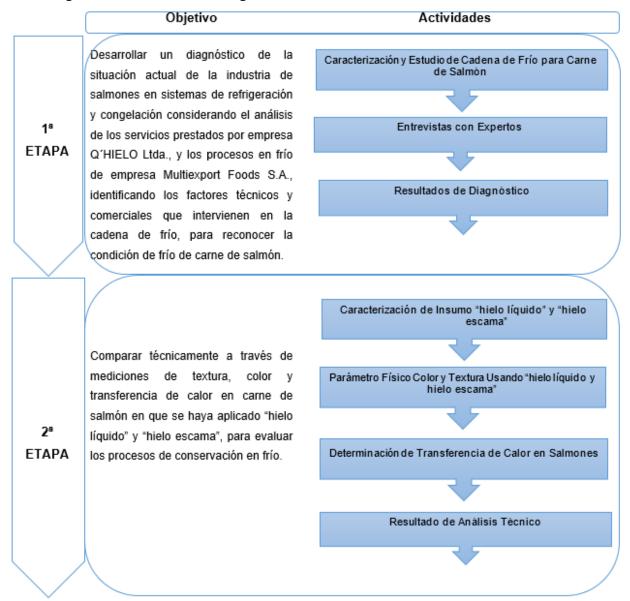
0	Pruebas Paramétricas	Pruebas no Paramétricas.			
Condiciones por Uso	Distribución Normal	Distribución No Normal	Distribución Binominal		
Comparar una media con valores estándar	Una muestra t-test si n < 30, y Z-test si n > 30	Wilcoxon test	X ² – test o K-S test		
Comparar dos medias de conjuntos de datos no pareados	t-test si n < 30, y Z-test si n > 30	Mann-Whitney test	X ² -test para muestra grande		
Comparar dos medias de conjuntos de datos pareados	Muestras emparejadas t - test	Wilcoxon test	McNewman's test		
Comparar más de dos medias de conjuntos de datos incomparables	ANOVA unidireccional y MRT	Kruskal-Wallis test	X²- test		
Comparar más de dos medias de conjuntos de datos incomparables	ANOVA Multifactorial y MRT	Friedman test	X²- test		
Encontrar la relación entre dos variables	Correlación de Pearson	Correlación de Spearman	Coeficientes de contingencia		
Predecir valores de una variable desde otra	Lineal simple o regresión no lineal	Correlación de Spearman	Logística de regresión		
Encontrar la relación entre varias variables	Regresión múltiple (lineal / no lineal)	Coeficiente de Kendall de concordancia	Logística múltiple de regresión		

Fuente: BHUJEL, 2008.

3. DISEÑO METODOLÓGICO.

En este apartado se presentan las etapas y sus respectivas actividades, las cuales fueron elaboradas para otorgar una solución a la problemática, a través del alcance de los objetivos y detallando cada una de las acciones que ha sido necesario realizar. Todo esto se ejecutó en base a un enfoque mixto, puesto que este estudio posee un carácter cuantitativo y cualitativo. Se hace referencia al tipo cuantitativo por medio del análisis del desempeño de costos al utilizar uno u otro producto refrigerante y de tipo cualitativo, al analizar los aspectos técnicos en conservación por frío de carne de salmón.

3.1. Diagrama del Diseño Metodológico.



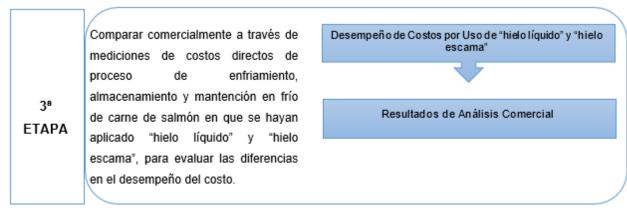


Figura N°3.1: Etapas y actividades del diseño metodológico.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Desarrollo del Diseño Metodológico.

3.2.1. Primera Etapa.

Objetivo: Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la industria de salmones en sistemas de refrigeración y congelación considerando el análisis de los servicios prestados por empresa Q'HIELO Ltda., y los procesos en frío de empresa Multiexport Foods S.A., identificando los factores técnicos y comerciales que intervienen en la cadena de frío, para reconocer la condición de frío de carne de salmón.

a. Caracterización y Estudio de la Cadena de Frío para Carne de Salmón.

Por medio de la caracterización de la cadena de frío se estudiaron los procesos de enfriamiento involucrados en la producción de carne de Salmón Atlántico en la empresa Multiexport Foods S.A., identificando actividades en Planta de Fresco y Congelado, temperaturas durante manipulación, procedimientos en control de calidad y costos estimados, que ocurren en refrigeración y congelación. De este modo se logró la observación directa de los hechos, obteniendo información objetiva de los procesos. Esto se realizó basado en los autores que estudian las metodologías de recopilación de información, tal como SAMPIERI et al. (2010).

El propósito de esta actividad fue comprender la forma de manipulación y el tratamiento proporcionado a la carne de Salmón Atlántico durante el proceso de enfriamiento. Esto sirvió para conseguir el primer acercamiento a los sistemas de refrigeración y congelación en base a un diagnóstico, además de reconocer directamente el "hielo líquido" y "hielo escama" usados como refrigerantes en la empresa.

b. Entrevista con Expertos.

Se realizaron entrevistas semiestructurada al Jefe de Planta Fresco y Congelado, como así también al personal experto del área de control de calidad de los productos, en base a un cuestionario a seguir con respecto a refrigeración y congelación de carne de Salmón Atlántico, enfocado en el uso de insumo "hielo líquido" e insumo "hielo escama". CORBETTA (2007) recomienda el uso de este instrumento, puesto que se logran captar las ideas de los entrevistados según temas específicos, agregando incluso una mayor

flexibilidad a la forma de hacer las preguntas, promoviendo la expresión de los expertos y teniendo en cuenta la complementación de la observación realizada, recabando datos e información con mayor precisión.

Las entrevistas fueron una parte fundamental del diagnóstico y sirvieron para identificar la forma de elaboración de los productos y las consideraciones que se deben tener al momento de ser conservados en frío.

c. Resultados del Diagnóstico.

Se realizó un diagnóstico en la empresa Multiexport Foods S.A para evidenciar una cadena real de proceso de frío para salmones debido y así obtener los datos necesarios para las actividades relacionadas a comparaciones de costos, mediciones de textura, mediciones de color y transferencia de calor de la carne de Salmón Atlántico conservada en "hielo líquido" y "hielo escama". Se colocó especial atención a procesos involucrados directamente con usos del "hielo líquido" y "hielo escama", que según RODRÍGUEZ (2009) en la revista Frío y Calor y NORTH START ICE (2014), estos tipos de hielos poseen la capacidad apropiada para lograr la conservación de la carne de salmón y retardan el deterioro físico en textura y color.

Se resumieron los principales resultados del diagnóstico elaborado, seleccionando aquellos puntos claves para el desarrollo de la evaluación, es decir, procesos de enfriamiento y utilización de "hielo líquido" y "hielo escama". Además, esto podría influir en las recomendaciones a efectuar más adelante.

3.2.2. Segunda Etapa.

Objetivo: Comparar técnicamente a través de mediciones de color, textura y transferencia de calor en carne de salmón en que se haya aplicado "hielo líquido" y "hielo escama", para evaluar los procesos de conservación en frío.

a. Caracterización de Insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

A través del recorrido por las instalaciones de la compañía Multiexport Foods S.A y entrevistas con los trabajadores expertos en enfriamiento se recopiló información sobre el insumo "hielo líquido" e insumo "hielo escama", así como también, se obtuvieron fichas técnicas de los tipos de hielos elaborados por la empresa Q´HIELO Ltda., posterior a varias sesiones explicativas de trabajo con los técnicos y ejecutivos, para complementar los análisis.

Se identificaron las características y capacidades de estos refrigerantes que proporcionan la conservación por frío de productos perecederos, como lo es la carne de Salmón Atlántico. Además, se integraron a todas las competencias involucradas en procesos de frío, promoviendo la participación de las personas y el intercambio de información, lo que generó la información para los estudios, tal como lo señala CORBETTA (2007).

Esta actividad fue un complemento valioso para el diagnóstico de los procesos en Planta de la empresa Multiexport Foods S.A., puesto que además de conocer la forma y tratamiento para elaborar los productos, se identificaron las sustancias que ayudan a la conservación y apoyan cada uno de los procedimientos. También, se requirió de esta información para elaborar las comparaciones posteriores entre los tipos de hielos utilizados, para encontrar las potenciales propuestas a presentar.

b. Parámetro Físico Color y Textura Usando "hielo líquido" y "hielo escama".

Se ejecutó el traspaso de información recopilada sobre los hielos y sus formas de empleos en carne de Salmón Atlántico, al programa computacional GraphPad Prism para análisis estadístico y utilizando pruebas de normalidad, dado que se ejecutaron mediciones de calidad para color según la Carta Color Roche y para textura según Fórmula (2.1), a diez muestras de Filete en función del tiempo en conservación en frío y la capacidad del programa para analizar una determinada cantidad de muestras.

Es una manera práctica de comprobar la calidad de los productos según el tipo de hielo usado para el manejo del deterioro, detectando las diferencias significativas (p-valor ≤ 0,05) entre las variables analizadas. Esto se realiza de esta forma de acuerdo a lo indicado por SARROCA et al. (2006), resaltando la importancia de medir las condiciones de almacenamiento del producto, dada la velocidad con que se descomponen los alimentos perecederos.

Se efectuaron los análisis estadísticos con el objetivo de comparar las capacidades entre los tipos de hielos y con el grado de exigencia de países de destino de exportaciones de la empresa Multiexport Foods S.A., seleccionados según temporada de producción, donde se consiguieron resultados considerables, en cuanto a modificaciones en calidad que pueden sufrir los productos.

c. Determinación de Transferencia de Calor en Salmones.

Con la información recopilada con respecto a los tipos de hielos y las características de la carne de salmón producida, se determinaron los cálculos en transferencia de calor dada la disminución de temperatura por contacto directo entre hielo y carne de salmón. Esto se fundamenta en Fórmula (2.7) que propone KNUDSEN et al. (2001). Además, se reflexionó sobre la importancia de evaluar la velocidad en que la temperatura de carne de salmón comienza a descender hasta enfriarse por completo, siendo la base para la mantención de la cadena de frío en salmones.

Estos cálculos se realizaron para tener un registro concreto de lo que sucede en el proceso de enfriamiento para salmones, en apoyo a la evaluación de carne de Salmón Atlántico.

d. Resultados de Análisis Técnico.

Posterior a la recopilación de información y utilización de fórmulas para comparaciones técnicas, se sintetizaron las principales ideas obtenidas durante los análisis de datos y estudio de procesos de enfriamiento.

Esto se elaboró con el objetivo de medir las capacidades e influencias de los tipos de hielos, en la condición en frío de salmones y también, para poder construir una herramienta que se utilice como complemento a la generación de conclusiones sobre uso de "hielo líquido" y "hielo escama".

3.2.3. Tercera Etapa.

Objetivo: Comparar comercialmente a través de mediciones de costos directos de proceso de enfriamiento, almacenamiento y mantención en frío de carne de salmón en que se hayan aplicado "hielo líquido" y "hielo escama", para evaluar las diferencias en el desempeño del costo.

Determinación y Comparación en Desempeño de Costos por Uso de "hielo líquido" y "hielo escama".

Según información recopilada mediante diagnósticos anteriores sobre los tipos de hielo y sus formas de empleos en carne de Salmón Atlántico durante el proceso de enfriamiento, almacenamiento y mantención en frío, se estableció el desempeño de costos tanto para el insumo "hielo líquido" como para el insumo "hielo escama" de la empresa Multiexport Foods S.A., contemplando cálculos y porcentajes de diferencia entre un insumo hielo y otro.

Es una manera sencilla de comprobar el beneficio monetario que se puede lograr con el uso de un tipo de hielo, frente a los ingresos generados por precio de salmones Frescos y Congelados. Esto se realiza de esta forma de acuerdo a lo indicado por SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA (2014), explicando la importancia del rubro salmonero chileno en temas de precios frente a las exportaciones de dicho productos.

Se efectuaron cálculos con el objetivo de comparar costos entre los tipos de hielos y con el grado de exigencia de los países de destino de exportaciones de la empresa Multiexport Foods S.A. según temporada de producción y cuando existen pérdidas en calidad, donde se consiguieron resultados válidos en apoyo a la evaluación de la carne de salmón.

Resultados de Análisis Comercial.

De acuerdo a los cálculos y análisis realizados para generar comparaciones comerciales entre costos y beneficio bruto durante un año de transporte, operaciones y mantención de carne de salmón, al hacer uso de "hielo líquido" y "hielo escama", se sintetizaron las principales ideas obtenidas durante la actividad de estudio de desempeño de costos por cada tipo de hielo.

Esta actividad tuvo como propósito el estimar los costos producto de las actividades de enfriamiento en la empresa durante un año, en Planta de Fresco y Congelado de salmones, midiendo las influencias de los tipos de hielo en la condición en frío de salmones. Luego, se establecieron estos estudios como complemento a la generación de recomendaciones sobre uso de "hielo líquido" y "hielo escama".

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. Diagnóstico de Cadena de Frío para Carne de Salmón.

4.1.1. Caracterización y Estudio de Cadena de Frío para Carne de Salmón.

Se comenzó por realizar una visita guiada por parte del Jefe de Planta, el Sr. Francisco Bahamonde, efectuando una observación directa a la Planta de Procesos de Productos Frescos y Congelados (Planta de procesamiento) ubicada en la empresa Multiexport Foods S.A. de Puerto Montt. Se lograron identificar las etapas propias de la cadena de frío para carne de salmón, donde los trabajadores operan entre rangos de temperatura de 0[°C] a -26 [°C] al interior de las cámaras frigoríficas.

Esta Planta de procesamiento es la sección de estudio, donde es procesada la materia prima carne de Salmón Atlántico y carne de Salmón Coho, con la constante utilización de insumo "hielo líquido" y "hielo escama", luego pasa a ser producto fresco (refrigerado) o producto congelado dependiendo de requerimientos de los clientes y destino de exportación de los productos como a EEUU, Brasil, Alemania, China, Rusia, Francia, entre otros.

Debido a la temporada de cosecha en la que se realizó este estudio, sólo fue posible reconocer el procesamiento de Salmón Atlántico. En Figura N°4.1 se destacó la sección estudiada dentro de la cadena de producción de la empresa ubicada en Puerto Montt.

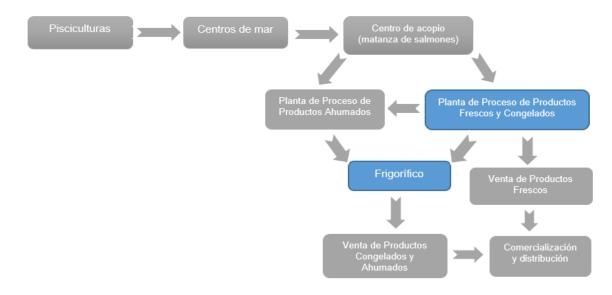


Figura N° 4.1: Esquema de Cadena de Producción Multiexport Foods S.A.

Fuente: Elaboración propia.

Existen empresas que proveen servicios para la salmonicultura, como Q´HIELO Ltda. que se encarga de elaborar insumo "hielo líquido" y "hielo escama" en la Región de los Lagos, cuyos tipos de hielos facilitan la mantención de la calidad de la carne de salmón, especialmente cuando son exportadas y necesitan un medio de enfriamiento rápido, asegurando un adecuado funcionamiento de la cadena de frío para carne

de salmón. En el caso de la empresa Multiexport Foods S.A., esta recibe la materia prima en bins que contienen agua salada más hielo y sal, los cuales realizaban un viaje de 8 horas desde el punto de cosecha hasta la planta de procesamiento, por lo que la cantidad en toneladas de carne de Salmón Atlántico se relacionaban con las cosechas obtenidas durante la temporada de este año. Estos bins pasaron por pesaje para obtener su peso correspondiente y así podían ser etiquetados por cantidad de materia prima ingresada a producción. Esto se señaló a través de Figura N° 4.2.

Se reconoce que los Salmones Atlánticos pueden variar en forma y tamaño, dada la madurez y calidad de la carne. La carne de salmón se consideraba apta para ser cosechada una vez que se encontraban entre los 3 a 4 [kg] de peso.



Figura N° 4.2: Descarga de bins en compañía Multiexport Foods. S.A. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se ingresaban los bins descubiertos a la parte baja de la Planta, acercando los salmones faenados a 0 [°C] (que ya están desangrados y eviscerados) a las líneas de producción, para que los trabajadores comiencen la limpieza de la carne mediante una aspiradora, retirando residuos de vísceras y sangre que hayan quedado de procesos anteriores. Esto sucedía de forma rápida para no perder la temperatura baja que deben mantener los salmones y asegurando que no sea carne de salmón en evidente estado de madurez, puesto que provienen de Salmones Atlánticos con deformidad en la mandíbula y manchas en el color de la piel (ver Figura N° 4.3).





Figura N° 4.3: Manipulación y deformidad de salmón atlántico.

Además, mientras se estuvo en la Planta se identificó el área limpia y un área sucia, dado que cuentan con un sistema de manipulación e indumentarias adecuadas a cada procedimiento otorgado a la carne de Salmón Atlántico, ya sea para su limpieza o para realizar cortes a la carne para ingresar a equipos de fileteo y cortes de exportación (ver Figura N° 4.4). Los procedimientos de manipulación se enfocaron en evitar la contaminación de carne de salmón que ya ha sido procesada, con sus desperdicios como: escamas, piel, colas y aletas (muchos de los restos son transformados en harina de pescado).



Figura N° 4.4: Planta de Procesos de Productos Frescos y Congelados Multiexport Foods S.A. Fuente: Elaboración propia.

Se continuó con la descamación de los salmones y los cortes de cabeza (HG) del tipo industrial para ser ingresado a la máquina para filetear y del tipo exportación, para ser refrigerados o congelados enteros y enviados a los clientes. En cada proceso, consideraron siempre el pesaje de las especies para asegurar el peso de los productos, como así también, el control de calidad para clasificar los productos según requerimientos de clientes, esperando que la mayor parte de los productos sea de carácter Premium y que un 5 por ciento no califiquen como tal.

Los cortes a la carne de Salmón Atlántico fueron efectuados según la clasificación que debe tener como producto final. Es por ello que se tienen los siguientes productos, de acuerdo a los estándares de calidad en la compañía:

- a. Producto entero.
- b. Producto con o sin cabeza (HON o HG).
- c. Producto Premium.
- d. Producto Industrial A.
- e. Producto Industrial B.
- f. Producto de Rechazo.

La calidad para los clientes es de alta importancia, puesto que especifican que los productos sean Premium. Es por ello que se tuvo especial cuidado durante todo el proceso, no causando hematomas a la carne durante su manipulación, puesto que afecta el color y la textura de la carne.

La carne de Salmón Atlántico debe estar en un tono rosado alrededor de los 15 de la escala Carta Color Roche, evitando que tengan manchas opacas tanto en la piel, como en los músculos. Asimismo, la textura no debe estar blanda, evitando que la carne se contraiga indefinidamente al aplicarle presión manualmente. Se logró evidenciar que la oxidación de la carne, es uno de los problemas que influye ampliamente en el procesamiento de carne de Salmón Atlántico, donde el control de calidad determinaba si es apta para el consumo humano.

La carne de salmón que era procesada, pasaba por cámaras de refrigeración, luego por cámaras de congelación y finalmente llegaba a cámaras de mantención en caso de aumentar la temperatura o porque estos productos aún no estaban vendidos. Durante todo este proceso se mantuvo el constante enfriamiento en trabajo en línea, con la ventaja de que cada línea posee la propiedad de realizar el mismo trabajo que las demás, contando con ayuda de maquinaria especializada en cortes de carne de salmón. El objetivo era manipular el producto de tal forma, que no se vea afectada la calidad del producto final, según limpieza, cortes y posterior valor agregado.

Finalmente se obtuvo carne de Salmón Atlántico entero con o sin cabeza fresco o refrigerado, como así también Salmón Atlántico entero con o sin cabeza congelado. Luego una parte del stock de carne de Salmón Atlántico, es procesado como Filete, donde los salmones enteros pasan por el equipo de filetear, la cual retira la espina dorsal en conjunto con las aletas y cola, pero no de forma minuciosa. Es por ello que los trabajadores se encargan de los detalles en los productos de forma manual y la carne en filete es enviada al área limpia de la Planta, para también ser refrigerados o congelados.

Las piezas o productos nuevamente se clasificaban por peso (calibrado), aquellos Filetes que eran refrigerados se protegían con bolsas de plástico etiquetadas con franjas rojas, verdes y amarilla, puesto que se elaboraban Filetes refrigerados sin grasa, Filetes refrigerados con piel y sin grasa, y Filetes refrigerados con grasa, respectivamente. En Figura N°4.5 se distinguió la manipulación y posterior clasificación.





Figura N° 4.5: Clasificación por tipo de producto Filete Salmón Atlántico refrigerado.

Los Filetes refrigerados se colocaban con insumo "hielo escama" en cajas de poliestireno expandido (plástico espumado), compactas, lisas y resistentes. Se establece que la adición de "hielo escama" en las cajas es de entre 12 a 15 por ciento del peso neto. Finalmente las cajas son selladas hermética e individualmente, ya sea de forma manual o con ayuda de equipos, a una temperatura de entre 0 a 1[°C] y cuidando de no sobrepasar -18[°C], puesto que se congelaría.

Los Filetes congelados, pasaban por cámara de congelación y eran glaseados, es decir, los Filetes se colocan por segundos en agua conservaba a 0[°C] por "hielo escama" para que no aumenten la temperatura y que se congelen aún más. A continuación, son cubiertos en bolsas de plástico y eran ubicados en cajas de cartón. Muchas veces se requería colocar las cajas en cámara de mantención, para que no pierda la temperatura de entre -22 a -25[°C], adquirida mientras fue congelada. Además, dependía del cliente si deseaba el producto con o sin grasa. Posteriormente, los productos eran trasladados en vehículos refrigerados a su destino. En Figura N°4.6, fue posible ver a Filetes congelados y sus empaques.





Figura N° 4.6: Producto Filete Salmón Atlántico congelado en caja de cartón.

Fuente: Elaboración propia.

También, estaban los productos en porciones congeladas, que son colocadas en paquetes de plástico y selladas al vacío por medio de equipos especializados. Tal como se expuso en Figura N°4.7. Para Rusia,

se exportan porciones con mayor componente grasoso, dado que esas son sus especificaciones. Por su parte Francia, compra bloques de porciones de carne de Salmón Atlántico, que se realiza con todas las porciones rechazadas por mal corte o por ser más reducidas que las demás. Luego son comprimidas en máquinas con planchas metálicas y se colocan en cajas de cartón.





Figura N° 4.7: Porciones de Salmón Atlántico envasadas.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Entrevistas con Expertos.

Para aclaración de dudas y otorgar profundidad a las observaciones realizadas en la actividad anterior a la Planta de Procesos de Productos Frescos y Congelados, se elaboró una entrevista a expertos en materia de enfriamiento y control de calidad. Esta entrevista se realizó de forma semiestructurada, de tal manera que el entrevistado lograra responden en base a un contenido y con la posibilidad de poder agregar preguntas que se originen en el momento. Se proporcionó libertad de expresión al entrevistado, pensando en su expertície y vasta experiencia en enfriamiento de carne de salmón.

De igual forma, se explicó personalmente el objetivo del estudio, indicando la importancia de su participación para concretar la evaluación sobre la carne de salmón en este proyecto.

Las preguntas según el contexto expresado con anterioridad, comenzaron por consultar sobre datos cuantitativos, es decir, temperaturas de conservación de salmones, tanto en refrigeración como en congelación y consecutivamente se realizaron las consultas cualitativas, en el caso de control de calidad de la carne de salmón. La estructura de la entrevista se encuentra en ANEXO A y ANEXO C.

Según la recopilación de datos, las dimensiones de los Filetes de carne de Salmón Atlántico medían aproximadamente 45[cm] de largo, 16[cm] de ancho y 2[cm] de espesor, como así también, se encontraron otros productos de 39[cm] de largo, 14[cm] de ancho y 1,5[cm] de espesor.

También, se señaló que el hielo es utilizado para transportar a la carne de Salmón Atlántico, ya sea desde el lugar donde son sacrificados hasta la planta de procesamiento o para traslado a puntos de venta una vez que ya son productos, pero además, es usado para mantener el agua a baja temperatura, en el glaseado de la carne. El "hielo líquido" debe mantener fresca la carne de salmón manteniendo una

temperatura de 0[°C] y debe ser capaz de conservarla en excelentes condiciones, hasta que llegue a la Planta.

La carne de salmón puede ser mantenida por un día en los bins, sin inconvenientes y según las entrevistas realizadas, para ambos expertos tanto el "hielo líquido" como el "hielo escama", poseen funciones precisas dentro de la cadena de frío, con el fin de mantener la carne enfriada durante todo el proceso.

La temperatura de la carne de salmón cuando ingresa a la refrigeración, se encuentra en los 5[°C] y un producto destinado a congelación puede ingresar a -18[°C] y salir a -25[°C]. Asimismo, se hace uso de las cámaras de mantención, las cuales funcionan como almacenes para conservar los productos por largo tiempo. En el caso de productos congelados, estos pueden almacenarse por 2 años y los productos frescos, alrededor de 20 días.

Durante las preguntas se consideró a la carne de salmón entero, pero el entrevistado también manifestó que los Filetes frescos de carne de salmón se pueden encontrar entre -0,7 a -1[°C], mientras son procesados en Planta.

Además, se indicó que las cámaras de congelación son las que reciben el producto a una temperatura constante, ya sea antes o después del túnel, dado que este último es el que proporciona "golpes" de frío o extracción de calor al producto y puede tener una duración de 5 a 7 horas. El túnel estático (superficie con estanterías para dejar productos y que extrae el calor de estos) se congelan 600 [t/día] de carne de salmón y de los túneles rotativos (superficies giratorias y que soportan gran volumen de producto, ubicándose en dos pisos) se producen 3000 [t/hora]. Para los productos refrigerados, el túnel estático proporciona puede proporcionar 1000 [kg/h].

La información recopilada con respecto al control de calidad, determinó que la escala de Carta Color Roche es utilizada en el proceso de Fileteo de la carne, específicamente durante su clasificación. Existe un acuerdo comercial entre el vendedor y el cliente, donde se indican todas aquellas características relevantes que debe cumplir el producto final. La Planta de procesamiento, posee fichas técnicas de producción para cada producto elaborado.

La temporada de producción de Salmón Atlántico y el tipo de producto mayormente elaborado en planta de procesamiento actualmente, establecieron que un Filete fresco de carne de Salmón Atlántico tiene un grado de exigencia para clientes de EEUU de color 14 medido con Carta Color Roche, para poder aceptar el producto Premium. Esto es equivalente a escalas similares, en color 24 para productos de calidad Premium, como por ejemplo, escala de color SalmoFan.

La condición de acuerdo a textura de la carne, se define por la vida útil de la carne de Salmón Atlántico. Es así como se comprendió que los Filetes frescos enviados a EEUU mantienen la seguridad alimentaria dentro de 15 días, a partir de la fecha de empaque. Además, se mostró que la carne de salmón debe

estar empacada máximo un día, luego de la fecha de matanza del salmónido, manteniendo la cadena de frío con temperaturas que bordean los 0[°C] en cada etapa del proceso y así la textura de la carne de Salmón Atlántico no sufre ningún tipo de alteración.

4.1.3. Resultados del Diagnóstico.

En esta actividad se indican los aspectos claves del diagnóstico realizado a la Planta, relacionado con procesos de enfriamiento y utilización de insumo "hielo líquido" e insumo "hielo escama". Esta información recopilada sirvió como base para abordar el desarrollo de cálculos, análisis y generar propuestas sobre enfriamiento.

Se logró observar que los desechos provenientes de los cortes para otorgar valor agregado a la carne, igualmente se transforma en un producto, es decir, se saca provecho a la gran mayoría de los residuos. Lo anterior ocurre a través del buen manejo del control de calidad, donde existía preocupación en que las piezas reutilizadas cumplieran con la inocuidad. Asimismo, se destacó el uso de indumentarias adecuadas a cada área de trabajo para evitar la contaminación de los productos, ya sea desde el exterior de la Planta o por contacto con área de limpieza de la materia prima (restos de sangre o viseras).

Los refrigerantes utilizados en contacto directo con la carne de salmón, son tipos de hielo y fueron colocados para cubrir la carne de salmón y mantener la temperatura baja de los productos durante todo el proceso ubicada entre los 0[°C] y los -18[C].

El insumo "hielo escama" fue usado durante otros procesos de la Planta, como el glaseado de productos. Es por ello que se reconoció como altamente indispensable dentro de las instalaciones, al momento de mantener las propiedades de los salmones y bajas temperaturas. Aun así, el insumo "hielo líquido" permite el largo viaje de centro de cultivo a planta de procesamiento, manteniendo el perfil nutricional e inocuidad de los productos.

Con respecto a las labores realizadas por los trabajadores, esto funcionaba de manera rápida, con el motivo de disminuir el riesgo a aumentar la temperatura a la carne de salmón.

La calibración de Salmones Atlánticos, fue importante en cada actividad dentro de la Planta. Esto ayuda clasificar la cantidad de carne a procesar y el tamaño de esta. Luego era posible proporcionar el valor agregado a cada producto. Se consideró que el pesaje es un procedimiento recurrente en cada etapa con el motivo de cumplir con las especificaciones de las etiquetas de bolsas y cajas de exportación indicadas al cliente, dado que esto evitaba que se empaque una menor cantidad de producto o un exceso de este, y así no implicar pérdidas económicas para la compañía por no cumplimiento.

La profundización de los datos anteriormente descritos y obtenidos de las observaciones directas a la planta de procesamiento, se desarrolló con la realización de preguntas enfocadas a las temperaturas con las que se trabaja durante la refrigeración y congelación, además de conseguir especificaciones sobre la carne de salmón y el tiempo en que son conservadas.

Finalmente, fue fundamental la obtención de estos datos, con motivo de generar cálculos que se distinguen en las actividades posteriores, relacionados a la calidad de los productos.

4.2. Análisis Técnico.

4.2.1. Caracterización de Insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

La carne de salmón luego de la cosecha no se lograría enfriar mucho más, sin la ayuda de una sustancia de temperatura más baja y que al mismo tiempo, actúe como receptor del calor que es transmitida por la carne. Esto mismo sucede, si se quiere prolongar la vida útil del producto, al ser exportado en cajas de poliestireno expandido.

Se pudo establecer en base a ficha técnica proporcionada por la empresa Q´HIELO Ltda., que el "hielo escama" es un material ligero y de estructura plana, con la facultada de cubrir el producto delicadamente y sin causar daño a la carne de salmón. Este tipo de hielo es almacenado y manipulado con facilidad, siendo conservado en cámaras frigoríficas, ya que se encuentra congelado (ver ANEXO D y ANEXO E)

A causa de las características del "hielo escama", se comprendió que es ampliamente utilizado para el transporte de cosecha de salmones, durante el proceso de embalaje y transporte del producto final. En cuanto a los equipos que posee esta empresa, son portátiles y tienen un contenedor de hielo para la sala de máquinas y un silo de 7 [m] de altura para almacenaje y distribución de hielo. También, pueden ser instalados donde el cliente lo solicite.

Igualmente, se obtuvo información sobre el "hielo líquido" para generar la descripción, señalando que este hielo tiene la estructura de gel y es elaborado con agua salada. Esta se descontamina por filtración mecánica, que elimina los sólidos en suspensión y luego se utiliza la filtración por rayos ultravioleta (UV), para erradicar la presencia de microorganismos. Es por ello que se determinó que existe la constante preocupación por mantener la calidad e inocuidad de los productos con los que tenga contacto este hielo, durante el transporte y mantención de la cadena de frío de los salmones.

Según la información obtenida, se estableció que la ventaja de este tipo de hielo radica en que puede ser bombeado a los bins y puede ser aplicado en otras industrias relacionadas con la conservación de alimentos por frío. La simplicidad y movilidad del "hielo líquido" es una característica que requiere de contenedores portátiles de alrededor de 7 a 13 [m] de alturas, para poder llegar a los clientes.

Al comparar ambos tipos de hielos, se estimó que el "hielo líquido" reduce en un 50 por ciento la velocidad de enfriado, con respecto al "hielo escama". Además de demostrar que se mantiene la vida útil de los productos, mediante un rápido enfriamiento que retarda el rigor mortis, el deterioro por autólisis y desarrollo bacteriano.

En relación a los costos energéticos en elaboración de hielos, se explicó que el "hielo líquido" es entre un 50 a 60 por ciento más económico que el "hielo escama", complementado con la ventaja de poder ser recirculado.

El tipo de hielo a utilizar dependía de las necesidades de consumo, biomasa transportada, las variables medioambientales que rodean los procesos y la logística involucrada. Posteriormente, esto se tradujo en poder generar menores costos para los propios clientes, conociendo los requerimientos del "hielo líquido" y "hielo escama" por kilogramos de cosecha de salmones.

Por su parte, la empresa Multiexport Foods S.A agregó a esta caracterización, que dentro de los bins se distribuye la materia prima que es transportada a la planta de procesamiento, con una capacidad de 1000[I] y pueden contener entre 500 a 550 [kg] de salmón. El "hielo líquido" utiliza un 70 por ciento de la capacidad de un bins.

El "hielo escama" utilizado por kilogramo de Salmón Atlántico envasado en cajas de poliestireno expandido, varía según los requerimiento de cada cliente y de la logística aplicada para los vehículos refrigerados. Un ejemplo claro, es que en la actualidad, para enviar productos a Brasil necesitan un tiempo estimado de 6 a 7 días de transporte, por lo que se adiciona 6 [kg] de "hielo escama" para un contenido neto carne de Salmón Atlántico de 30 [kg].

En Tabla N° 4.1 se resumieron las principales características de los tipos de hielos utilizados para este estudio, en carne de Salmón Atlántico.

Tabla N° 4.1: Resumen de características por tipos de hielo.

"hielo líquido"

- Material tipo gel y elaborado con agua salada.
- Descontaminación por filtración con rayos ultravioleta.
- Simplicidad y movilidad para ser trasladado a contenedor portátil.
- Utilizado ampliamente en transporte de materia prima.
- Mayor tiempo de mantención de la vida útil de los productos, preservando la calidad e inocuidad.
- Reduce en un 50 por ciento la velocidad de enfriado, comparado con el "hielo escama".
- Costo energético entre 50 a 60 por ciento más económico en comparación al "hielo escama".
- Utiliza el 70 por ciento de la capacidad de un bins (contiene entre 500 a 550 [kg] de carne de salmón).

"hielo escama"

- Material ligero y de estructura plana.
- Cubre el producto sin causar daño a la textura.
- Almacenamiento y manipulación con facilidad.
- Utilizado ampliamente en transporte de materia prima, embalaje y transporte de producto final.
- Es necesario adicionar 6 [kg] de hielo por un contenido neto de Salmón Atlántico de 30 [kg].

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Parámetro Físico Color y Textura, al usar "hielo líquido" y "hielo escama".

Para esta actividad se seleccionaron Filetes frescos de Salmón Atlántico (*Salmo salar*) de la empresa Multiexport Foods S.A, procesados en la Planta ubicada en la ciudad de Puerto Montt.

La carne de salmón fue recepcionada desangrada y eviscerada, por la Planta de procesamiento de Puerto Montt el 7 de junio a las 08:00 [a.m.], almacenados en bins con solución de insumo "hielo líquido" a una temperatura de -4[°C] y luego del procesamiento de la carne, esta fue almacenada en insumo "hielo escama" a -2[°C] de temperatura. Finalmente se tuvo 22.000 [kg] de salmón producido en la Planta.

Además, los Filetes fueron elegidos aleatoriamente de la producción, para observar y analizar la conservación de diez muestras en "hielo líquido" y diez en "hielo escama" durante una hora al día. Se establecieron los rangos de evaluación entre 1 a 15 días.

El escenario propuesto para los análisis se basó en los requerimientos de calidad Premium para Filetes frescos de Salmón Atlántico sin grasa, destinados a exportación a EEUU con una vida útil de 15 días. Estos Filetes fueron sometidos a constante manipulación dentro del flujo de trabajo, desde su limpieza hasta posteriores cortes para valor agregado y pesan alrededor de 1 [kg].

El uso de los hielos en la Planta de procesamiento se identificó en la recepción de materia prima y en la mantención de esta luego del procesamiento. Esto se mostró en Figura N° 4.8.





Figura N° 4.8: Carne de Salmón Atlántico en bins con "hielo líquido" y en cajas de poliestireno expandido con "hielo escama".

Fuente: Elaboración propia.

a. Parámetro Físico Color.

Para llevar a cabo la evaluación, se comenzó por medir el color visualmente por medio de escala de Carta Color Roche, que va desde un tono 11 a 17,5, indicando colores anaranjados pálidos hasta rojo intenso respectivamente (ver Figura N° 4.9). Este es el mismo instrumento utilizado por control de calidad en la planta durante el sistema de clasificación, con el fin de asegurar el cumplimento de las especificaciones del cliente.



Figura N° 4.9: Regla con escala Carta Color Roche.

Según el escenario propuesto con anterioridad, se evaluaron los resultados de mediciones de color, según la exigencia de EEUU para esto Filetes, donde requieren color 14 en escala Carta Color Roche para aceptar con conformidad los productos.

Las mediciones fueron tomadas en el centro del Filete para cada una de las muestras (ver Figura N° 4.10 y Figura N° 4.11), semejante con la forma realizada por el personal de control de calidad de la empresa. Posteriormente se registró cada dato obtenido, según el hielo y periodo de conservación. De esta forma se consiguió determinar la evolución visual de las muestras por apariencia, siendo sometidas a un análisis estadístico.

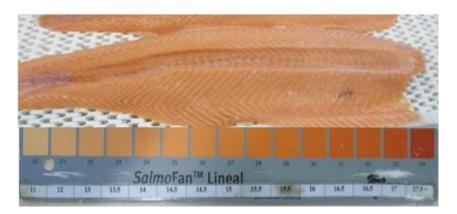


Figura N°4.10: Medición con escala Roche a Filete de Salmón Atlántico conservado en "hielo líquido".

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 4.11: Medición con escala Roche y temperatura a Filete Salmón Atlántico conservado en "hielo escama".

Además, se observó que las muestras comenzaron a perder color a medida que pasaban los días, en los distintos periodos establecidos. El "hielo líquido" fue capaz de mantener las muestras con color aceptable hasta el día 8, mientras que el "hielo escama" mantuvo un color dentro del rango exigido, hasta el día 5. Además, se constató que los Filetes conservados con "hielo líquido", tienen mayor probabilidad de obtener colores sobre 14, lo que es beneficioso para mantener la calidad Premium en la mayor parte de la producción

Posteriormente, las muestras recopiladas fueron importadas desde plantilla Excel al programa de análisis estadístico GraphPad Prism, con el fin de comprobar la veracidad de los hechos. Se generó un total de 50 observaciones de la coloración presente en 10 muestras identificadas entre los día 1, 5, 8, 12 y 15, de acuerdo a las variables "hielo líquido" y "hielo escama", obteniendo un total de 25 muestras por cada grupo de análisis (ver ANEXO F).

Inicialmente se aplicaron pruebas de normalidad para determinar el ajuste de los grupos de datos como Distribución Normal. Cada prueba de normalidad reporto un p-valor relacionado a la Distribución de Gauss y esto indicó que se debían utilizar pruebas no paramétricas.

El programa proporcionó un resumen de datos según las variables: "hielo líquido" y "hielo escama", reconocidas como HLÍQUIDO y HESCAMA, respectivamente. Para ambos tipos de hielo, el valor mínimo del factor color obtenido en los Filetes correspondió a color 13, mientras que el valor máximo del factor color, correspondió a 15. Por lo que ocurrió una variación de dos grados en tonalidad e indicó una baja diferencia con respecto a la conservación del factor color en cada muestra. Asimismo, estos resultados son realmente importante al momento de respetar las exigencias de los clientes y lograr que compren los productos.

De acuerdo a lo anterior, fue posible identificar la similitud entre los valores de coloración presentes en las muestras conservadas en los tipos de hielos. Es por ello que se efectuó un análisis a la medida central ubicada entre el factor color 13 y 15, según el orden de datos de menor a mayor, revelando una

mediana (median) de color 14 para "hielo líquido" y también, para "hielo escama", el parámetro de centralización se ubicó en factor color 13. Esto estableció que las muestras observadas se mantuvieron con coloración menor al utilizar insumo "hielo escama", dada la ubicación del 50 por ciento de las muestras posicionadas por debajo de ese valor y el otro 50 por ciento, por encima de este. El resumen de resultados se ratificó en ANEXO G.

Lo anterior se consideró como análisis preliminar para identificar a grandes rasgos, el estado del escenario propuesto. Luego se utilizaron pruebas estadísticas proporcionadas por el programa para determinar la Distribución Normal de los datos: "D'Agostino & Pearson ómnibus normality test", "Shapiro-Wilk normality test" y "KS normality test". En Tabla N° 4.2 se presentaron los p-valor obtenidos por cada tipo de hielo, de acuerdo a la aplicación de pruebas de normalidad. Estos fueron relacionados con un grado de significancia de α = 0,05 y se comprobó que la distribución de los datos no pasa las pruebas de normalidad.

Tabla N° 4.2: Pruebas de normalidad según p-valor obtenido y considerando nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

	p-valor		
Pruebas de normalidad	"hielo líquido"	"hielo escama"	
"D'Agostino & Pearson omnibus normality test"	0,0344	0,0208	
"Shapiro-Wilk normality test"	0,0002	< 0,0001	
"KS normality test"	0,0002	< 0,0001	

Fuente: Elaboración propia.

Estas pruebas consideraron que la hipótesis nula (H₀) se basa en que la distribución de las variables seleccionadas, provienen de una Distribución Normal (p-valor > 0,05). Por lo cual, dado que los p-valores son menores a un nivel de significación del 0,05 (valores fuera del 95 por ciento de probabilidades) se rechazó la H₀ y se determinó una Distribución no normal.

Posteriormente, se debió realizar la prueba "Mann-Whitney" del programa, puesto que es la versión no paramétrica de la habitual prueba "t de Student", utilizada para una Distribución normal. Este análisis calculó un p-valor exacto igual a 0,0627, tomando en cuenta la relación entre los valores del factor color obtenidos de las muestras, en ambos tipos de hielos. Además, se basó en la Ho de que las distribuciones de los datos de ambos grupos (HLÍQUIDO y HESCAMA) son idénticos (ver ANEXO H y ANEXO I).

Al obtener un (p-valor > 0,05), existió un 50 por ciento de probabilidad de que un valor seleccionado aleatoriamente de las observaciones de factor color realizadas a las muestras, exceda una observación seleccionada al azar en otro grupo. Además, con esta prueba se proporcionó evidencia convincente, para afirmar que ambos grupos de datos no se diferencian, donde las muestras de Filetes conservadas en "hielo líquido" y "hielo escama", mantienen un color aceptable para este producto.

Los análisis también fueron apoyados por "Mann-Whitney U", que entregó el valor 222, con el cual se puede constatar si la Ho es verdadera. Finalmente, este valor fue aproximadamente cercano a la mitad del producto entre el número de valores del grupo "HLÍQUIDO" y el número de valores del grupo "HESCAMA", por lo tanto, se comprobó una vez más, que no existe diferencia significativa en el factor color de las muestras conservadas en ambos tipos de hielos y la aplicación de ambos tipos de hielo sería beneficiosos para los productos.

Para la comparación de medianas, se estableció la hipótesis nula y alternativa, según el análisis de variables independientes por medio del programa GraphPad Prism y así, comprobar el grado de significancia con un 95 por ciento de confianza, puesto que se evaluaron las muestras por factor color. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

- A) Ho: No existe diferencia significativa entre las medianas obtenidas de las muestras de Filete de Salmón Atlántico sometidas a "hielo líquido" y "hielo escama" acorde al factor color.
- B) H₁: Existe diferencia significativa entre las medianas obtenidas de las muestras de Filete de Salmón Atlántico sometidas a "hielo líquido" y "hielo escama" acorde al factor color.

Cada grupo de datos poseía una distribución idéntica y diferencia mínima entre medianas, siendo esta de -1. Esto señaló que el factor color de las muestras en "hielos escama", manifestaban menor conservación de la tonalidad de los Filetes en el total de observaciones, cuyo resultado fue de mediana 13, mientras que el "hielo líquido" obtuvo mediana de 14 en factor color, demostrando una mayor cantidad de observaciones en dicho color.

Por último, para justificar gráficamente los resultados se ejecutó el diagrama de caja (Box-Plot) del programa, para así determinar cuál de los tipos de hielos proporciona una mejor conservación del factor color en los Filetes. Los gráficos señalaron el valor máximo y mínimo dentro de la distribución de datos, como así también la mediana y concentración de datos para cada tipo de hielo, sin la presencia de valores atípicos (ver ANEXO J).

Se obtuvo que el "hielo líquido" consiguió mantener el factor color entre 14 y 15 en la mayoría de las muestras, mientras que el "hielo escama" se mantuvo dentro de colores 13 y 14. Si bien las diferencias en capacidades de los hielos no son muy altas, fue posible observar que el "hielo líquido" se posiciona como un mejor conservante en frío para mantener la calidad Premium.

b. Parámetro físico textura.

La textura de la carne de Salmón Atlántico se midió de forma manual por la alumna, considerando la experiencia adquirida durante el tiempo en planta de procesamiento y sin ayuda de instrumentos, pero utilizando Índices de Rigor (%IR) obtenidos de Fórmula (2.1) otorgados a la carne (ver Tabla N° 4.3), según apariencia en firmeza y elasticidad del salmón entero destinado a ser Filete fresco. Además, la calidad de la carne en textura, es definida por la vida útil que posea el producto.

Tabla N° 4.3: Graduación en Índice de Rigor (%IR) utilizado por la empresa Multiexport Foods S.A.

Índice de Rigor (%IR)	Cambios sensoriales	Condición de la carne.	Tiempo estimado por
	del Salmón Atlántico		cambio sensorial
60 – 90	Rigor mortis	Buena textura, firme y	Menos de 12 horas
		elástica. Se presiona	
		manualmente y vuelve en	
		aproximadamente un	
		segundo.	
30 – 40	Post- rigor	Textura regular de la carne,	Dentro de 10 horas
		ligeramente blanda. El	
		músculo vuelve lentamente	
		al ser presionar	
		manualmente.	
Inferior a 30	Saliendo del rigor	Mala textura de la carne,	Más de 24 horas
		suave (flácida). La presión	
		ejercida sobre ésta, deja	
		marca y no vuelve a su	
		estado normal.	

Un Filete fresco de esta carne, destinada como producto de exportación a EEUU, tiene 15 días desde la fecha en que fue empacado para conservar sus propiedades nutricionales y la inocuidad que requieren los consumidores.

Fue fundamental corroborar en cada actividad dentro de los procesos de enfriamiento, que la cadena de frío se mantuviera entorno a los 0[°C], para no causar daños a la carne de salmón.

La medición se llevó a cabo posicionando la mitad anterior de los salmones enteros sobre una mesa o tabla, de forma horizontal, mientras que la mitad posterior queda suspendida fuera de la tabla. Se registró la distancia que existía entre la base de la aleta caudal y el eje horizontal de la tabla. Luego de una hora sin el insumo hielo se volvía a medir y se obtuvo la diferencia entre ambas medidas para cada muestra según hielo utilizado para la conservación, comprobando así, el Índice de Rigor (%IR) según firmeza de la carne durante 15 días. Esto se presentó por medio de Figura N° 4.12.





Figura N° 4.12: Medición de Índice de Rigor (%IR) en Salmón Atlántico conservado en "hielo líquido" y "hielo escama".

Esto revelo que la gran mayoría de las muestras mantenía una fibra muscular en buenas condiciones, puesto que los músculos recuperaron su posición inicial rápidamente, luego de mantenerse en suspensión sobre la tabla. Si la carne estuviera dañada y por lo tanto, la calidad ya no sería Premium, la textura no tendría consistencia.

El mayor cuidado que se tuvo dentro de la planta de procesamiento, fue evitar la oxidación de la carne que ocasiona una textura blanda y con suavidad. La congelación de los productos, proporcionó una textura más rígida, donde los músculos se endurecen.

El Filete fresco, por medio de la utilización de "hielo líquido" y "hielo escama", mantiene una mayor firmeza de la carne y elasticidad. No se comprobaron influencias de agentes externos (sustancias químicas), ni de los tipos de hielos, durante la manipulación del producto dentro de la planta de procesamiento, que provocaran cambios en la textura de la carne como el ablandamiento de esta.

Se importaron los datos obtenidos de las muestras al programa de análisis estadístico GraphPad Prism, con el fin de comprobar la veracidad de las apreciaciones iniciales. Se generó un total de 50 observaciones de la coloración presente en 10 muestras identificadas entre los día 1, 5, 8, 12 y 15, de acuerdo a las variables "hielo líquido" y "hielo escama", obteniendo un total de 25 muestras por cada grupo de análisis (ver ANEXO K).

Se aplicaron pruebas de normalidad para determinar el ajuste de los grupos de datos como Distribución Normal. Cada prueba de normalidad indicó un p-valor relacionado a la Distribución de Gauss, además de recomendar la utilización de pruebas no paramétricas (ver ANEXO L).

El programa entregó un resumen de datos según las variables: "hielo líquido" y "hielo escama", reconocidas como TEXTHLÍQUIDO y TEXTHESCAMA, respectivamente. Para el "hielo líquido", el valor mínimo en factor textura correspondió a 30 por ciento (en %IR) mientras que el valor mínimo en factor textura para el "hielo escama", correspondió a 20 por ciento. Por lo que ocurrió una variación de 10 por

ciento en Índice de Rigor e indicó una baja diferencia con respecto a la conservación del factor textura en cada muestra.

Para el valor máximo, ambos tipos de hielo indicaron un 78 por ciento en Índice de Rigor. Estos resultados se consideraron fundamentales al momento de respetar las expectativas de los clientes y lograr la preferencia por los productos.

De acuerdo a lo anterior, fue posible identificar la similitud entre los valores del factor textura presentes en las muestras conservadas en ambos tipos de hielos. Es por ello que se efectuó un análisis a la medida central ubicada entre el valor en textura mínimo y máximo, revelando una mediana (median) en factor textura de 63 por ciento para el "hielo líquido" y de 33 por ciento para el "hielo escama". Esto estableció que las muestras observadas se mantuvieron con índices de rigor menores al utilizar "hielo escama", dada la ubicación del 50 por ciento de las muestras posicionadas por debajo de ese valor y el otro 50 por ciento, por encima de este.

Lo anterior se consideró como análisis inicial para identificar a grandes rasgos, el estado del escenario propuesto. Luego se utilizaron pruebas estadísticas proporcionadas por el programa para determinar la Distribución Normal de los datos: "D'Agostino & Pearson ómnibus normality test", "Shapiro-Wilk normality test" y "KS normality test". En Tabla N° 4.4 se presentaron los p-valor obtenidos por cada tipo de hielo, de acuerdo a la aplicación de pruebas de normalidad. Estos fueron relacionados con un grado de significancia de α = 0,05 y se comprobó que la distribución de los datos pasa la primera prueba de normalidad realizada, mientras que las otras dos no concuerdan con dicho resultado.

Tabla N° 4.4: Pruebas de normalidad según p-valor obtenido y considerando nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

	p-valor		
Pruebas de normalidad	"hielo líquido"	"hielo escama"	
"D'Agostino & Pearson omnibus normality test"	0,1010	0,0779	
"Shapiro-Wilk normality test"	0,0251	0,0010	
"KS normality test"	0,0249	0,0267	

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que las pruebas efectuadas a los grupos de datos del factor color, estas pruebas consideraron que la hipótesis nula (H₀) se basa en que la distribución de las variables seleccionadas, provienen de una Distribución Normal (p-valor > 0,05). Es por ello que los p-valores son menores a un nivel de significación del 0,05 (valores fuera del 95 por ciento de probabilidades), se rechazó la H₀ y se determinó una Distribución no normal.

Posteriormente, se utilizó la prueba "Mann-Whitney" del programa. Este análisis calculó un p-valor exacto igual a 0,0005, tomando en cuenta la relación entre los valores del factor textura obtenidos de las

muestras, en ambos tipos de hielos. Este análisis se basó en la H₀ de que las distribuciones de los datos de ambos grupos (TEXTHLÍQUIDO y TEXTHESCAMA) son idénticos (ver ANEXO M y ANEXO N).

Al obtener un (p-valor < 0,05) fue posible rechazar la H₀, afirmando que no existe diferencia alguna que se deba al muestreo aleatorio. Conjuntamente, con esta prueba se proporcionó la evidencia sustancial para declarar que ambos grupos de datos se diferencian, donde las muestras de Filetes conservadas en "hielo líquido" y "hielo escama", mantienen mejores índices de rigor al utilizar "hielo líquido".

Los análisis también fueron apoyados por "Mann-Whitney U", que entregó el valor 138, con el cual se puede constatar si efectivamente la Ho es verdadera. Este valor fue menor a la mitad del producto entre el número de valores del grupo "HLÍQUIDO" y el número de valores del grupo "HESCAMA", coincidiendo con (p-valor < 0,05). Por lo tanto, se comprobó que existe diferencia significativa entre los Índices de Rigor de las muestras conservadas en ambos tipos de hielos, rechazando así, la Ho. La aplicación de "hielo líquido" presentó mejores resultados en conservación de la textura de los productos.

Para la comparación de medianas, se estableció la hipótesis nula y alternativa, según el análisis de variables independientes por medio del programa GraphPad Prism y así, comprobar el grado de significancia con un 95 por ciento de confianza, puesto que se evaluaron las muestras por factor textura. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

- A) H₀: No existe diferencia significativa entre las medianas obtenidas de las muestras de Filete de Salmón Atlántico sometidas a "hielo líquido" y "hielo escama" acorde al factor textura.
- B) H₁: Existe diferencia significativa entre las medianas obtenidas de las muestras de Filete de Salmón Atlántico sometidas a "hielo líquido" y "hielo escama" acorde al factor textura.

La distribución de datos de cada grupo no fue idéntica y la diferencia entre medianas es amplia, siendo esta de -30. Esto señaló que el factor textura de las muestras en "hielos escama", mostraban menor conservación de la rigidez en la carne de los Filetes en el total de observaciones, cuyo resultado fue de mediana 33, mientras que el "hielo líquido" obtuvo la mediana de 63 en factor textura, demostrando una mayor cantidad de observaciones en con dicho nivel de rigidez.

Finalmente, para graficar los resultados, se elaboró el diagrama de caja (Box-Plot) del programa, para así determinar cuál de los tipos de hielos proporciona una mejor conservación del factor textura en los Filetes. Los gráficos señalaron el valor máximo y mínimo dentro de la distribución de datos, como así también la mediana y concentración de datos para cada tipo de hielo, sin la presencia de valores atípicos (ver ANEXO O).

El "hielo líquido" consiguió mantener el factor textura entre el 40 y 60 por ciento, en la mayoría de las muestras, mientras que el "hielo escama" se mantuvo dentro de los Índices de Rigor del 20 y 40 por ciento, además fue posible advertir la gran concentración de los datos cerca del valor mínimo.

De acuerdo a los resultados, ambos tipos de hielos presentaron contraste en la capacidad de mantener la textura de la carne y prevenir la presencia de deformación del músculo en la carne de Salmón Atlántico, siendo posible observar que el "hielo líquido" nuevamente destaca sobre el "hielo escama". Esto sucedió a causa de que las muestras poseían mejores rangos de graduación en textura, para mantenerse dentro de la calidad Premium.

4.2.3. Determinación de Transferencia de Calor en Salmones.

Para realizar esta actividad, se seleccionaron aleatoriamente Filetes de Salmones Atlánticos de la empresa Multiexport Foods S.A. Al Igual que la actividad anterior, la carne de salmón fue recepcionada desangrada y eviscerada por la Planta de procesamiento de Puerto Montt el 7 de junio a las 08:00 [a.m.].

Inicialmente la carne de Salmón Atlántico se encontraba a 5[°C] de temperatura antes de ser almacenada en "hielo líquido". Luego, la carne disminuyó la temperatura a 0[°C] con el uso de este hielo y cuando la carne pasó a ser almacenada en "hielo escama", la temperatura descendió hasta -1[°C].

El orden del tipo de hielo a usar para el enfriamiento y comprobar la velocidad de la transferencia de calor, fue establecido por el orden identificado en el procesamiento de la carne en la Planta de esta empresa.

El uso de los tipos de hielo en la Planta de procesamiento se identificó en la recepción de materia prima y en la mantención de esta, luego del procesamiento.

Para realizar los cálculos en relación a la velocidad de transferencia de calor, se comenzó por reconocer que el calor transmitido entre la carne de Salmón Atlántico y los tipos de hielo presentes en este estudio, se produce por conducción, ya que en el escenario propuesto, la carne de salmón se enfría por contacto directo con el "hielo líquido" y "hielo escama", cada vez que utilizaban bins para transporte de materia prima y almacenaje de productos en la Planta de procesamiento, además de la posterior exportación.

Se efectuaron mediciones al Filete de Salmón Atlántico sin grasa seleccionado dentro de la Planta de procesamiento y se detectaron dos tipos de tamaños. Por lo tanto, se recopilaron las dimensiones que poseen los Filetes producidos en la empresa Multiexport Foods S.A.

En Figura N° 4.13 y Figura N° 4.14 se distribuyeron las magnitudes y la organización de estos datos, se presentó en Tabla N°4.5.

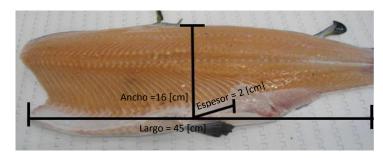


Figura N° 4.13: Dimensiones de Filete Salmón Atlántico, tipo FILETE A. Fuente: Elaboración propia.

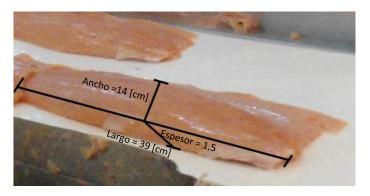


Figura N° 4.14: Dimensiones de Filete Salmón Atlántico, tipo FILETE B. Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4.5: Dimensiones de Filete fresco Salmón Atlántico.

Tipo de Filete	Largo	Ancho	Espesor
FILETE A	45 [cm] 0,45 [m]	16 [cm] 0,16 [m]	2 [cm] 0,02 [m]
FILETE B	39 [cm] 0,39 [m]	14 [cm] 0,14 [m]	1,5 [cm] 0,015 [m]

Fuente: Elaboración propia.

Luego, según Fórmula (2.8) se obtuvo la velocidad de transferencia de calor expresada en Q para cada tipo de Filete. Para el tipo de Filete clasificado en FILETE A, correspondió a 9,6 [W] durante el uso de "hielo líquido", utilizando las variables del escenario planteado. A través de la misma fórmula, se obtuvo que la velocidad de transferencia de calor expresada en Q es 1,91 [W], una vez aplicado el "hielo escama" sobre el Filete fresco (ver Tabla N°4.6). Los cálculos realizados se ubicaron en ANEXO P y ANEXO Q.

Tabla N°4.6: Variables de tipo FILETE A con "hielo líquido".

Variables		"hielo líquido"	"hielo escama"	
Conductividad térmica	(Ksalmón)	0,531	0,531	[W/m °C]
Área de FILETE A	(A)	0,072	0,072	[m²]
Temperatura inicial Filete antes de "hielo líquido"	(T1)	5	0	[°C]
Temperatura a 1 hora de "hielo líquido"	(T ₂)	0	-1	[°C]
Diferencia de temperaturas	(dt)	-5	-1	[°C]
Espesor FILETE A	(dx)	0,02	0,02	[m]
Velocidad de transferencia de calor	(Q)	9,6	1,91	[W]

El tipo de Filete clasificado en FILETE B, proporcionó mejores resultados según una mayor velocidad de transferencia de calor, para ambos tipos de hielo. Esto se debió a que el espesor y la longitud de la carne, fue menor que el tipo de Filete clasificado en FILETE A, por lo que el tipo de hielo utilizado logró enfriar más rápidamente la carne que la prueba anterior. Utilizando "hielo líquido" se alcanzó la velocidad de 9,7 [W] debido a la conducción de calor, mientras que con el "hielo escama", el resultado para la variable Q fue de 1,93 [W] (ver Tabla N° 4.7). Los cálculos efectuados se presentaron en ANEXO R y ANEXO S.

Tabla N°4.7: Variables de tipo FILETE B con "hielo líquido".

Variables		"hielo líquido"	"hielo escama"	
Conductividad térmica	(Ksalmón)	0,531	0,531	[W/m °C]
Área de FILETE B	(A)	0,055	0,055	[m²]
Temperatura inicial Filete antes de "hielo líquido"	(T1)	5	0	[°C]
Temperatura a 1 hora de "hielo líquido"	(T ₂)	0	-1	[°C]
Diferencia de temperaturas	(dt)	-5	-1	[°C]
Espesor FILETE B	(dx)	0,015	0,015	[m]
Velocidad de transferencia de calor	(Q)	9,7	1,93	[W]

Fuente: Elaboración propia.

Se evidenció que la velocidad de enfriamiento de la carne de salmón con "hielo líquido" es mayor en un principio, ya que existió un gradiente de temperatura mayor, mientras que al aplicar "hielo escama" la temperatura estaba inicialmente en 0 [°C] y esta disminuyó de la carne de salmón Atlántico un grado más, pero la velocidad de transferencia de calor descendió en función del tiempo.

4.2.4. Resultados de Análisis Técnico.

La información obtenida sobre los tipos de hielos, incluyendo las mediciones realizadas a la carne de Salmón Atlántico y cálculos efectuados, indicaron que el "hielo líquido" y "hielo escama" de la empresa Multiexport Foods S.A., suministraron el enfriamiento requerido por los productos a base de carne de salmón, para conservar la calidad Premium.

Se destacó la forma que posee cada tipo de hielo, puesto que el "hielo líquido" previene eficazmente la oxidación de los productos, a causa de su consistencia tipo gel que aporta mayor nivel de enfriamiento en la carne de salmón. Este tipo de hielo se logró adaptar y cubrir por completo la carne de los Filetes de salmón. Por otra parte, el "hielo escama" debido a su estructura plana e irregular, no fue capaz de cubrir por completo la carne de salmón, por lo que el oxígeno altera la calidad de la carne.

Ambos tipos de hielos fueron utilizados en procesos específicos dentro de la Planta, a modo de mantener el enfriamiento de los productos y que no ocurra una pérdida de la cadena de frío durante la exportación. El "hielo líquido" idealmente, fue utilizado durante el traslado de la materia prima y el "hielo escama", se logró identificar dentro de las cajas de poliestireno expandido.

Los sistemas de descontaminación de los tipos de hielo en base a rayos ultravioleta, asegura una materia prima apta para ser procesada y favoreciendo la salubridad de los productos que serán consumidos, dado su contacto directo con la carne de salmón.

En el caso de las mediciones realizadas a la carne de salmón, se consideraron los parámetros físicos color y textura, integrando el uso de análisis estadísticos de los datos. Esto aseguró de manera concreta, cuál de los tipos de hielos otorgó una mejor conservación de las muestras para mantener los estándares de calidad requerido por el país EEUU.

Por medio de los valores estadísticamente significativos, se comprobó que el "hielo líquido" poseía mayor capacidad de conservación de los productos a baja temperatura, donde las muestras de Filete se encontraban en mejores condiciones al llegar al día 15. Durante los primeros días de mediciones, se constató que tanto el "hielo líquido" como el "hielo escama", mantenían una fuerte coloración de 15, con textura firme y elástica en Índices de Rigor entre los 75 y 78 por ciento, pero entre el día 12 y 15 la carne de salmón conservada con "hielo escama" pierde la textura de un producto de calidad, mientras que el "hielo líquido" continúa manteniendo la carne de salmón en condiciones aceptables entre los rangos de 38 a 40 por ciento.

Estos parámetros físicos fueron importantes para los clientes al momento de comprobar las condiciones del producto adquirido de la empresa Multiexport Foods S.A., asegurando el cumplimiento exacto de los requerimientos a través del tacto y la apariencia de la carne de salmón.

Asimismo, la transferencia de calor desde la carne de salmón hacia el tipo de hielo utilizado, reveló que la temperatura de la carne descendió con mayor rapidez al utilizar "hielo líquido", en ambas clasificaciones de Filete. También, se relacionó con el espesor de la carne de salmón y sus dimensiones, demostrando

la influencia del "hielo líquido" en el aumento de velocidad de transferencia de calor en los Filetes con menores longitudes y con mayor facilidad de ser cubiertos por este tipo de hielo.

4.3. Análisis Comercial.

4.3.1. Desempeño de Costos por Uso de Insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

Para el análisis del desempeño de costos de ambos tipos de hielo, se identificaron datos sobre la producción y transporte de carne de Salmón Atlántico, así como también, para el "hielo líquido" y "hielo escama" (ver Tabla N° 4.8 y Tabla N° 4.9). Esto según la información recopilada de la empresa Multiexport Food S.A. a través de la entrevista (ver ANEXO B).

Tabla N° 4.8: Cantidades relacionadas a la producción de carne de Salmón Atlántico.

Cantidades		Valor
"hielo líquido" por bins	250	[kg "hielo líquido"/bins]
Bins con "hielo líquido"	26	[bins /día]
Total "hielo líquido" al día	6.500	[kg "hielo líquido"/día]
Carne de salmón por bins	500	[kg salmón /bins]
Bins por día	26	[bins/día]
Total carne de Salmón Atlántico al día	13.000	[kg salmón /bins]
Máxima producción en Planta	58600	[t salmón /año]
Producción para punto de venta	22000	[kg salmón /día]
Producción de "hielo líquido" por carne de Salmón Atlántico	0,500	[kg "hielo líquido" / kg salmón]
Producción de "hielo escama" por carne de Salmón Atlántico	0,167	[kg "hielo escama" / kg salmón]
"hielo escama" por caja poliestireno expandido	2	[kg "hielo escama" /caja poliestireno]
Carne de Salmón Atlántico por caja poliestireno expandido	12	[kg salmón / caja poliestireno]
Cajas de poliestireno expandido por semana	7.800	[cajas poliestireno/semana]
Producción de cajas poliestireno expandido al día (semana de 6 días de trabajo)	1.300	[cajas poliestireno/día]
Total "hielo escama" al día	2.600	[kg "hielo escama" /día]
Total "hielo escama" por 22.000 [kg salmón]	3.667	[kg "hielo escama" / día]
Depreciación (propiedades, Plantas y equipos)	64.223.000	[US\$/año]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4.9: Costos de producción estimados por insumos (tipos de hielo).

Costos de Producción	Pesos chilenos [\$]	Dólar estadounidense [US\$]
"hielo líquido"	8	0,014
"hielo escama"	11	0,019

Además, al igual que estudios anteriores, la carne de salmón fue recepcionada desangrada y eviscerada, por la Planta de procesamiento de Puerto Montt el 7 de junio a las 08:00 [a.m.], almacenados en bins con solución de "hielo líquido" a una temperatura de -4 [°C] y luego del procesamiento de la carne, esta fue almacenada en "hielo escama" a -2 [°C] de temperatura.

En la Planta de procesamiento un 5 por ciento de la cantidad de carne de salmón que se produce al día, no calificaba en calidad Premium, lo cual correspondió a la pérdida de 0,8 [US\$] por Filete de Salmón Atlántico de exportación EEUU. La cantidad de producción fue de 22.000 [kg salmón / día], por lo que se calculó 1.100 [kg salmón / día] de carne degradada, dado que estos Filetes pasaron a ser calidad Industrial. En total, esto tuvo un costo de 880 [US\$].

El transporte de materia prima (Salmón Atlántico) y "hielo líquido" por medio de camiones acondicionados para enfriamiento, con capacidad para 26 bins, obtuvo un costo de \$559.300. Esto debido a que el traslado parte desde la Planta de matanza en Quellón hasta la Planta de procesamiento en Puerto Montt. Además, si por cada bins se obtuvieron 500 [kg salmón], se logró calcular un total de 13.000 [kg salmón], lo cual indicó el costo de 0,074 [US\$ / kg salmón] (ver ANEXO T) y el costo de 959 [US\$] por 26 bins utilizados durante el proceso.

Por cada 500 [kg salmón] identificado como materia prima, se incorporó un total de 250 [kg "hielo líquido"]. El "hielo líquido" tuvo un costo de producción de \$8 por cada kilogramo de carne de salmón y esto es aproximadamente el valor de 0,014 [US\$ / kg salmón]. Es por ello, que para poder abastecer a 26 bins en el día se necesitaron 6.500 [kg "hielo líquido"/ día], lo que equivale a un costo de 178 [US\$], dada la utilización de 0,5 [kg "hielo líquido" / kg salmón].

Luego, fue posible identificar el transporte de cajas de poliestireno expandido con 22.000 [kg salmón] de productos procesados más "hielo escama", en camiones acondicionados para su mantención, lo cual tuvo un costo de \$761.600. Esto considerando el viaje efectuado desde la ciudad de Puerto Montt hasta Santiago, como punto de venta. Por lo tanto, se consiguió calcular 1.306 [US\$] por la producción transportada y es equivalente al costo de 0,059 [US\$ / kg salmón]

Asimismo, en cada caja se obtuvo un total de 12 [kg salmón], adicionando un 15 por ciento de "hielo escama" respecto al peso neto (no se consideró el peso del empaque), lo que representó un total de 2 [kg "hielo escama"] utilizados por caja. El costo de producción del "hielo escama" es de \$11 por cada kilogramo de carne de salmón y esto fue aproximadamente el valor de 0,019 [US\$ / kg salmón]. Es por

ello que se calculó un costo de 415 [US\$], por la producción de 3.667 [kg "hielo escama"/día] utilizados en los 22.000 [kg salmón], dada la utilización de 0,167[kg "hielo escama" / kg salmón].

Finalmente, bajo este escenario los costos totales estimados para el año 2014 según la producción de tipos de hielo y el transporte de productos, ascienden a un valor de 2.859 [US\$] en el día, lo que anualmente correspondió a 34.310 [US\$] al año. En Tabla N° 4.10 se distribuyeron los resultados obtenidos para cada cálculo efectuado.

Asimismo, al distribuir los costos por tipo de hielo, el "hielo líquido" reportó un valor de 1.138 [US\$] por transporte y producción del insumo al día, que en comparación al costo de 1.721 [US\$] por procesos con "hielo escama", este valor es evidentemente menor (ver Tabla N° 4.11). Anualmente, los costos para "hielo líquido" representaron un 20 por ciento menos que si se decide utilizar "hielo escama".

Tabla N° 4.10: Costos Directos estimados según producción durante el año 2014, utilizando insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

Costos Directos	Pesos chilenos [\$]	Dólar estadounidense [US\$]
Transporte de 26 bins (con "hielo líquido")	559.300	959
Transporte de cajas de poliestireno expandido (22.000 [kg salmón] con "hielo escama")	761.600	1.306
"hielo líquido" (producción de 6.500 [kg "hielo líquido")	104.000	178
"hielo escama" (producción 3.667 [kg "hielo escama")	242.000	415
Costos totales Producción Diaria	1.666.900	2.859
Costos totales Producción Anual	20.002.800	34.310

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4.11: Comparación de Costos Directos estimados durante el año 2014, entre insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

Costos Directos estimados	"hielo líquido" [US\$]	"hielo escama"[US\$]
Transporte	959	1306
Producción insumo	178	415
Costos totales al día	1.138	1.721
Costos totales al año	13.653	20.657

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, los costos directos estimados fueron presentados a través de Figura N° 4.15, con motivo de mostrar su distribución durante el proceso diario de la empresa y señalar los mayores costos al utilizar "hielo escama".

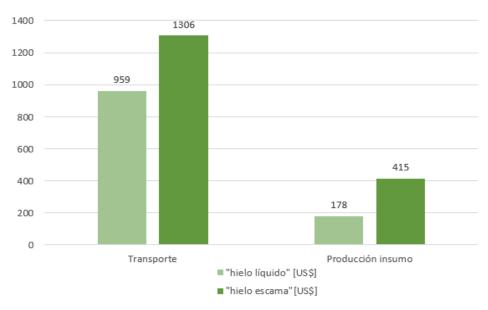


Figura N° 4.15: Distribución de costos directos estimados por insumo.

Luego, según la capacidad máxima de producción de la empresa en Planta, se tuvo un total de 58.600 [t salmón / año]. Esto relacionado con el precio de venta de la carne de Salmón Atlántico de 9 [US\$], se obtuvo el valor total de 527.400.000 [US\$]. También, integrando los análisis de costos directos estimados para ambos tipos de hielo y la depreciación (vida útil de los bienes materiales de la empresa) por uso de propiedades, Plantas y equipos, se estableció el Beneficio Bruto por "hielo líquido" de 463.163.347 [US\$ / año] y por "hielo escama" de 463.156.343 [US\$ / año].

Los resultados anuales en Beneficio Bruto, indicaron diferencias poco significativas, revelando que el "hielo líquido" proporciona aproximadamente 0,001 por ciento más de beneficios en comparación al "hielo escama", es decir, se obtuvieron 7.004 [US\$ / año] más en Beneficio Bruto para la empresa. Estos valores se ubicaron en Tabla N° 4.12.

Tabla N° 4.12: Comparación de Beneficio Bruto durante el año 2014, entre insumo "hielo líquido" y "hielo escama".

Beneficio Bruto por insumo	"hielo líquido" [US\$]	"hielo escama" [US\$]
Precio por producción carne de salmón	527.400.000	527.400.000
Depreciación (propiedades, Plantas y equipos)	64.223.000	64.223.000
Costos Directos estimados	13.653	20.657
Beneficio Bruto	463.163.347	463.156.343
[precio venta - (costos + depreciación)]		

Fuente: Elaboración propia.

Para profundizar aún más los análisis efectuados al desempeño en costos y considerando la comparación de ambos tipos de hielo bajo un mismo escenario, se debieron repetir los procedimientos de cálculo, pero de acuerdo a la utilización de ambos tipos de hielo para un kilogramo de carne de Salmón Atlántico. El "hielo líquido" mantuvo menor costo de producción en relación al "hielo escama", sin embargo, el transporte fue 11 por ciento más costoso a causa de ser necesario 0,5 [kg "hielo líquido" / kg salmón] para cumplir con la mantención del producto a baja temperatura, mientras que el "hielo escama" sólo requiere de 0,17 [kg "hielo escama" / kg salmón] para el mismo proceso.

Por lo tanto, se obtuvo una diferencia mínima durante la utilización de "hielo líquido" llegando al valor de 0,088 [US\$ / kg salmón] por sobre los 0,078 [US\$ / kg salmón] del "hielo escama". Esto se presentó en Tabla N° 4.13.

A causa de lo anterior, los Beneficios Brutos obtenidos por costos directos y depreciación calculada por kilogramos de carne de salmón, indicaron mayores utilidades al usar "hielo escama", pero con una mínima diferencia de aproximadamente 0,06 por ciento respecto al "hielo líquido" (ver Tabla N° 4.14).

Se destacó que la realización de estos cálculos se limitó a la utilización de los tipos de hielo y los procesos donde se involucran, por lo que los resultados fueron estimados a la realidad económica de la empresa.

Tabla N° 4.13: Costos Directos estimados por kilogramo de carne de Salmón Atlántico producida en el año 2014.

Costos Directos estimados	"hielo líquido" [US\$ / kg salmón]	"hielo escama" [US\$ / kg salmón]
Transporte	0,074	0,059
Producción insumo	0,014	0,019
Costos totales	0,088	0,078

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 4.14: Comparación de Beneficio Bruto entre insumo "hielo líquido" y "hielo escama", por kilogramo de carne de Salmón Atlántico producida en el año 2014.

Beneficio Bruto por insumo	"hielo líquido"	"hielo escama"
	[US\$ / kg salmón]	[US\$ / kg salmón]
Precio venta 2014	9	9
Depreciación (propiedades, planta y equipos)	1,096	1,096
Costos totales	0,088	0,078
Beneficio Bruto		
(precio venta - (costos + depreciación))	7,817	7,826

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Resultados de Análisis Comercial.

Para la obtención de productos a base de carne de Salmón Atlántico, se necesitaron diversos procedimientos que involucran costos en transporte y producción de insumos para la mantención de la materia prima y de los productos a base de carne de salmón, una vez que debían ser enviados al extranjero.

En cada proceso se involucraron cantidades estimada de carne de salmón durante el día y el costo respectivo, para luego realizar cálculos proyectados a costos anuales para la empresa, por cada tipo de hielo utilizado y de esta forma comparar Beneficios Brutos obtenidos.

Si bien el "hielo líquido" presentó menores costos en transporte y producción, durante los procesos generados por la Planta diariamente, estos fueron diferencias mínimas comparadas con los resultados obtenidos con el uso de "hielo escama" y se requirió mayor proporción de "hielo líquido" para un kilogramo de carne de salmón en comparación al "hielo escama". Los datos indicaron que fue necesario el triple de hielo para mantener adecuadamente el producto.

Posteriormente, los beneficios obtenidos dada la utilización de ambos tipos de hielo, no presentaron diferencias significativas en términos monetarios, pero durante la producción en Planta se registraron mayores costos con el "hielo escama".

Además, se registró un 5 por ciento de producción de carne de salmón que registró degradación de su calidad, pasando a ser calidad Industrial y reportó pérdidas de 0.8 [US\$] por Filete. El cambio de apariencia y firmeza de la carne debido al tratamiento proporcionado durante la producción, generó menores ingresos por exportaciones. Esto demostró la importancia de conservar los requerimientos solicitados por los clientes, utilizando tipos de hielo que no dañen la calidad de la carne.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo al objetivo general y objetivos específicos de este proyecto, se tienen las siguientes conclusiones:

- Según el objetivo general, se logra evaluar la condición de frío en la carne de salmón almacenado en cámaras frigoríficas, demostrando que la capacidades de mantención del "hielo líquido", está por sobre las capacidades del "hielo escama", según las comparaciones técnicas, mientras que los resultados obtenidos de las comparaciones comerciales, indican la baja relevancia al momento de comparar ambos tipos de hielo.
- En relación al primer objetivo específico, se logra identificar a través del diagnóstico de la situación actual de la empresa Multiexport Foods S.A. en sistemas de refrigeración y congelación, la utilización de dos tipos de hielos para la conservación de carne de salmón, registrando la incorporación de "hielo líquido" en bins para transporte de materia prima hasta la Planta de procesamiento y la incorporación de "hielo escama", para transporte de productos en cajas de poliestireno a puntos de venta.
- A través del segundo objetivo específico, se obtiene que el "hielo líquido" cumple con los requerimientos de mantención de la textura, con firmeza entre 40 y 60 por ciento según Índices de Rigor (%IR) y color rojo intenso de 15 en Carta Color Roche. Esto ocurre en aproximadamente el 50% de las muestras, superando ampliamente en resultados al "hielo escama". Por su parte, el "hielo escama" indica Índices de Rigor entre 20 y 40 por ciento, mientras que el color se mantiene entre 13 y 14.
- Por último, según el tercer objetivo específico, al comparar el desempeño de costos entre "hielo líquido" y "hielo escama", se determinan valores irrelevantes de ser utilizados como comparación entre los tipos de hielos, aun cuando un kilogramo de carne de Salmón Atlántico requiere el triple en cantidad de "hielo líquido" para el almacenamiento y así realizar la misma función que el "hielo escama", lo cual influye en los Beneficios Brutos obtenidos durante la utilización de "hielo líquido", demostrando la diferencia mínima de 0,06 por ciento, en comparación al "hielo escama".
- No obstante, los Beneficios Brutos durante la producción anual de carne de salmón, señalaron 0,001 por ciento de diferencia con respecto a los resultados revelados por uso de "hielo escama", lo cual correspondió a 7.004 [US\$ / año].

Las recomendaciones de acuerdo al proyecto realizado son las siguientes:

- Los análisis efectuados a la carne, fundamentan la recomendación de preferir la utilización de "hielo líquido" durante la mantención de la carne, por sobre la utilización del "hielo escama" durante los procesos.
- Para futuros estudios, se recomienda establecer con anticipación un esquema formal para obtener información de las empresas involucradas, con objeto de conseguir los datos con oportunidad.

Finalmente, los alcances de este proyecto se establecen bajo los estudios y análisis realizados a los tipos de hielos utilizados ampliamente en la industria salmonera de la región de Los Lagos, donde a través de mediciones y análisis estadísticos es posible conocer las capacidades de conservación en frío para "hielo líquido" y "hielo escama". Aportando de esta manera, con análisis no efectuados con anterioridad en la empresa Multiexport Foods S.A. y contribuyendo al conocimiento sobre la mantención de la cadena de frío para carne de salmón.

6. BIBLIOGRAFÍA.

ABASCAL, A. y GRANDE, I. 2005. La encuesta: concepto, características y utilidad. <u>En</u>: Análisis de encuestas. España, ESIC Editorial. pp. 16-22.

AGUERRE, M. 2012. Exportación de mini-cámaras frigoríficos a Panamá. Mendoza: Universidad del Aconcagua.

AGUILAR, J. 2012. La conservación de alimentos. <u>En</u>: Métodos de Conservación de Alimentos. ed. Estado de México, RED TERCER MILENIO S.C. pp. 48-90.

ARIAS, L. y TORRES, Y. 2007. Mejoramiento de la calidad organoléptica de seis hortalizas a través de la agricultura urbana limpia con cinco familias del municipio de Cravo Norte-Arauca. Colombia: Universidad de los Llanos.

ARMSTRONG, W., QUINTANA, L., y CHESTA, V. 2012. Evaluación de la cadena de frío en cinco fábricas de cecinas y sus implicancias en el recuento microbiológico. Revista Chilena de nutrición, 39: 53-61.

ASHBY, H. 1995. Métodos para el cuidado de alimentos perecederos durante el transporte por camiones. Manual de Agricultura del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 669. 1-10.

BERNAL, C. 2010. Instrumentos de recolección de información. <u>En:</u> Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3ª ed. Colombia. PEARSON EDUCACIÓN. pp. 244-266.

BETANCOURT, M., MANZANEDO, M., CONEJERO, H., & SARROCA, R. 2005. Alimentos. Su conservación, almacenamiento y distribución. Revista Logística Aplicada, 9: 4-6. Cuba.

BHUJEL, R. 2008. Statistics for Aquaculture. Thailand. Wiley-Blackwell.pp.376.

CABALLERO, A. 2008. Temas de Higiene de los Alimentos. La Habana: Ciencias Médicas.

CAPEL, M. y RUSSO, A. 2012. Preservación de Productos Perecederos en una Cadena Logística de Frío. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.

CENGEL., Y. 2004. Transferencia de calor. México. 2ª ed. McGraw-Hill. pp. 783.

CHILEALIMENTOS A.G. 2014. Norma Chilena NCh2861-2011: Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) - Directrices para su aplicación. Chile: Comité de Inocuidad de los Alimentos.

COMPÉS, R. y GONZÁLEZ, S. 2004. La logística de la alimentación perecedera. Distribución y consumo, 74: 69-77. España.

D'AGOSTINO, R. y BELANGER, A. y D'AGOSTINO, R.JR. 1990. A Suggestion for using powerful and informative. Tests of normality. The american statistician association. 44(4).pp. 316-321.

DÁVALOS, S., ZAMORA, D., NATIVIDAD, I., TERCERO, J., VÁZQUEZ, C. Y QUIÑONES, E. 2005. Alimentos Marinos: Tipificación y proceso de almacenamiento. Revista Digital Universitaria 6(9):8-11.

GUERRA, G. 2004. Investigación y Desarrollo del Buque Óptimo para el Transporte de Peces Vivos en Chile. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

HOLMAN., J. 1999. Transferencia de Calor. México.10^a ed. McGraw-Hill. pp. 613.

HUARACA, A. 2011. Evaluación nutritiva y nutracéutica de la frutilla (Fragaria vesca) deshidratada por el método de liofilización y comparación con la obtenida por deshidratación en microondas. Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo.

KNUDSEN, J., HOTTEL, H., SAROFIM, A., WANKAT, P., y KNAEBEL, K. 2001. Transferencia de calor y de materia En: PERRY, R., GREW, D., y MALONEY, J. (Eds.). Manual del Ingeniero Químico. 7ª ed. México. McGraw-Hill. pp. 5-97.

LEAL, C., MOSQUERA, J., ZAMBRANO, M., y DORADO, N. 2013. Optimización de procesos logísticas para la importación de salmón chileno. Bogotá D.C.: Universidad del Rosario.

MURPHY, R. 2012. Asamblea anual de socios 2012, Asociación de Empresas de Alimentos de Chile. Chile: Chilealimentos A.G.

OLAETA, J. 2013. Seguridad alimentaria y el liderazgo chileno en Latinoamérica. Revista PUCV, Edición especial aniversario, 85: 20-21.Chile.

PLANK, R. 2005. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Berlín. REVERTÉ. 820p.

SAMPIERI, R., COLLADO, C., y BAPTISTA, M. 2010. Metodologías de la Investigación. 5ª ed. México. McGraw-Hill. 607 p.

SARROCA, R. y TORRES, M. 2006. Manipulación y Almacenamientos de Alimentos. Cuba: Editorial LOGICUBA.

SHAPIRO, S. y WILK, M. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika Trust.52(3).pp.591-611.

UMAÑA, E. 2012. Conservación de alimentos por frío. El Salvador: FIAGRO y FUSADES PROINNOVA.

USDA. 2005. Protecting Perishable Foods During Transport. Handbook No 669.

7. LINKOGRAFÍA.

ANAPESCA A.G. 2014. Mundo Acuícola-Pesquero: Nueva empresa entregará soluciones logísticas en el transporte de peces. [en línea] http://www.anapesca.cl/noticias.php?id=9376 [consulta: 12 abril 2014]

AQUA. 2013. Para la industria acuícola: Chileplast presentó nuevo contenedor isotérmico hermético. [en línea] http://www.aqua.cl/2013/10/15/para-la-industria-acuicola-chileplast-presento-nuevo-contenedor-isotermico-hermetico-2/ [consulta: 12 abril 2014]

AQUA. 2014. Salmonchile: Exportaciones de salmón aumentaron en 8,1% el 2013. [en línea]http://www.aqua.cl/2014/03/07/salmonchile-exportaciones-de-salmon-aumentaron-81-en-2013/ [consulta: 10 abril 2014]

AUBOURG, S. 2001. Review: Loss of Quality during the Manufacture of Canned Fish Products. Food Science Technology, 7(3), 199-215. [en línea] http://digital.csic.es/bitstream/10261/26309/1/199.pdf [consulta: 30 abril 2014]

BANCO CENTRAL. 2013. Indicadores de Comercio Exterior. Primer Trimestre 2013. Chile. http://www.bcentral.cl/publicaciones/estadisticas/sector-externo/pdf/ice012013.pdf [consulta: 5 abril 2014]

BELLAS, I y TASSOU, S.A. 2005. Present and future applications of ice slurries. International Journal of Refrigeration.

28: 115-121. [en línea]http://hepunx.rl.ac.uk/uknf/wp3/hidden/goran/bnct_lit/bin_ice/applications_of_ice_slurries.pdf [consulta: 5 abril 2014]

BRAVO, S. 2013. Cosecha, bienestar, calidad y bioseguridad. Revista Mundo Acuícola, 93 [en línea]. http://www.mundoacuicola.cl/comun/index.php?modulo=3&cat=&view=1&idnews=365 [consulta: 4 abril 2014]

BUSTOS, B. 2012. Brote de virus ISA: crisis ambiental y capacidad de la instituacionalidad ambiental para manejar el conflicto. 38(115). 219-245pp. EURE. [en línea] http://www.scielo.cl/pdf/eure/v38n115/art10.pdf> [consulta: 10 mayo 2014]

DAVIES, T.W. 2005. Slurry ice as a heat transfer fluid with large number of application domains. International Journal of Refrigeration: 28(1). 108-114. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2004.07.008

DURÁN, G. & KREMERMAN, M. 2008. Departamento de estudios de la Dirección del Trabajo de Chile: Informe Industria Salmonera. [en línea] http://www.fundacionsol.cl/wp-content/uploads/2010/09/Cuaderno-5-Salmon.pdf [consulta: 4 abril 2014]

DIARIO FINANCIERO. 2014. Tipo de cambio en Dólar US. [en línea] https://www.df.cl/ [consulta: 24 agosto 2014]

EGOLF, P. y KAUFFELD, M. 2005. From physical properties of ice slurries to industrial ice slurry applications. International Journal of Refrigeration, 28: 4-12. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2004.07.014

ESPINAL, W. y ESPINAL, A. 2014. Hielo fluido en la industria pesquera. [en línea] http://www.inpromac.com.pe/producto2.html [consulta: 5 abril 2014]

FAO y OMS. 1998. Requisitos generales (Higiene de los alimentos). Suplemento al Volumen 1B. [en línea] http://www.fao.org/docrep/w6419s/w6419s00.htm#Contents [consulta: 3 agosto 2013]

FRAZIER, W.C. y WESTHOFF, D.C. 1993. Microbiología de los alimentos. 4ª ed. Zaragoza, McGraw-Hill. 671p. [en línea] http://148.206.53.84/tesiuami/Libros/L33.pdf [consulta: 3 agosto 2013]

GLOBEFISH. 2014. Salmon- April 2014. [en línea] http://www.globefish.org/salmon-september-2013.html [consulta: 01 mayo 2014]

HEEN, E. 1982. Developments in chilling and freezing of fish. International Journal of Refrigeration. 5: 45-49. doi: 10.1016/0140-7007(82)90011-1

HUSS, H.H. (Ed.). 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. En FAO Documento Técnico de Pesca. Nº348. [en línea] http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/V7180S00.HTM [consulta: 11 abril 2014]

ISOTERMIA. 2013. Cámaras frigoríficas, frío comercial, frío industrial. España. [en línea] www.camarasfrigorificas.es/industriales> [consulta: 9 noviembre 2013]

JOHNSTON, I., ALDERSON, R., SANDHAM, C., DINGWALL, A., MITCHELL, D., SALKIRK, C., NICKELL, D., BAKER, R., BILLY, R., WHYTE, D. y SPRINGATE, J. 2000. Muscle fibre density in relation to the color and texture of smoked Atlantic salmon (Salmo salar L.): 189. 335-349. doi:10.1016/S0044-8486(00)00373-2

JONSSON, A., SINGURGISLADOTTIR, S., HAFSTEINSSON, H. y KRISTBERGSSON, K. 2001. Textural properties of raw Atlantic salmon (Salmo salar) fillts measured by different methods in comparison to expressible moisture. Aquaculture Nutrition. 7: 81-89. doi: 10.1046/j.1365-2095.2001.00152.x

KEHSLER, N. 2014. Mundo Acuícola: Primera etapa en la cadena del frío en la industria acuícola. Chile. [en línea] http://www.mundoacuicola.cl/comun/?modulo=3&cat=9&view=1&idnews=149 [consulta: 11 abril 2014]

KODARIA, M., TOMÉ, E. y PÉREZ, M. 2001. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre los cambios post-mortem y frescura en híbridos de Cachama (Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus) cultivados. Revista Venezolana de Nutrición, 14(2):53-59. [en línea] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079807522001000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt [consulta: 31 agosto 2014]

LEGIS S.A. 2014. Revista de logística: Logística y cadena de frío. Bogotá D.C. [en línea] http://www.revistadelogistica.com/Logistica-y-cadena-de-frio.asp [consulta: 13 octubre 2014]

MUÑOZ, S. 2000. Pigmentación de los salmones. Departamento de Producción Animal, Publicación Técnico Ganadera (26). Chile: Universidad de Chile. [en línea] http://www2.agronomia.uchile.cl/extension/publicaciondeextension/26/pigmentacionsalmones.htm

NAVARRO, G., BRINGAS, L. Y PACHECO, R. 2004. Nuevas herramientas para el estudio de la oxidación de los ácidos grasos, una de las causas fundamentales de la pérdida de calidad de los alimentos para la acuicultura. México. [en línea] http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/26GerardoNavarro.pdf [consulta: 01 mayo 2014]

NORTH STAR ICE. 2014. Una solución económica y efectiva para la refrigeración. [en línea] http://www.northstarice.com/spanish/pdf/spanishBrochures/NS-sp-Una-Elecccion-Economica-Efectiva-para-la-Refrigeracion.pdf [consulta: 10 abril 2014]

PIÑERIO, C., BARROS, V. J y AUBOURG, S. 2004. Effects of newer slurry ice systems on the quality of aquatic food products: a comparative review versus falke-ice chilling methods. Trends in Food Science & technology 15(12), 575-582. doi: 10.1016/j.tifs.2004.09.005

POKNIAK, J., MUÑOZ, S., DÍAZ, N., SALDES, A., y CORNEJO, S. 2005. Evaluación de dos estrategias de pigmentación en salmón Coho (Oncorhynchus kisutch). Archivos de medicina veterinaria, 37(2), 139-145. doi: 10.4067/S0301-732X2005000200008

POKNIAK, J. y BRAVO, G. 2010. El color es obligatorio en los salmónidos. Revista TecnoVet, 6(2). [en línea] < http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/5260/5140> [consulta: 13 junio 2014]

Q'HIELO LTDA. 2013. Empresa Hielo Quellón Ltda.: Descripción de la empresa, productos y servicios. [en línea] http://www.qhielo.cl [consulta: 14 septiembre 2013]

RODRÍGUEZ, F. 2009. Hielo Líquido. Revista Frío y Calor de la Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G., 98. Chile. [en línea] < http://www.frioycalor.cl/98/tema2.htm> [consulta: 14 septiembre 2013]

SALMONCHILE. 2014a. Salmonicultura: Historia en Chile. [en línea] http://www.salmonchile.cl [consultada: 4 abril 2014]

SALMONCHILE. 2014b. Salmonicultura: Exportaciones. [en línea] http://www.salmonchile.cl/es/exportaciones.php > [consulta: 01 mayo 2014]

SALMONCHILE. 2014c. Salmonicultura: Certificaciones. [en línea] http://www.salmonchile.cl/es/certificaciones-producto.php [consulta: 10 octubre 2014]

SHAWYER, M. y MEDINA, A.F. 2005. El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca. FAO Documento Técnico de Pesca. N°436. Roma, FAO. 120p. [en línea] http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s03.htm [consulta: 01 mayo 2014]

SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA. 2012. Departamento de Acuicultura: Informe técnico propuestas modificación del reglamento de viveros y centros de matanza, D.S. (MINECON) N°49 de 2006, 2012. Chile: Gobierno de Chile. [en línea] http://www.subpesca.cl/transparencia/documentos/INFORME_TEC_MOD_DS_49_VIVEROS.pdf [consulta: 4 abril 2014]

SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA. 2014. Departamento de análisis sectorial: Informe sectorial de pesca y acuicultura, Abril del 2014. Chile: Gobierno de Chile. [en línea] http://www.subpesca.cl/publicaciones/606/articles-83515_documento.pdf [consultada: 21 mayo 2014]

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UCH. 2010. Programa de investigación DOMEYKO en alimentos: Informe de avance segundo año, marzo del 2010. Chile: Universidad de Chile. [en línea]

http://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2 F%2Fwww.uchile.cl%2Fdocumentos%2Fsegundo-informe-de-avance-del-programa-de-investigacion-domeyko-en-alimentos-ano-2_10422_1_2556.pdf&ei=MpCbU-

fulovQsQTom4Fl&usg=AFQjCNGXbFlIUeRSD43mFtJJZaJzJCUfWg> [consulta: 13 julio 2014]

ANEXO A: Guía de entrevista sobre enfriamiento de carne de Salmón Atlántico.

Entrevista.

Fecha: <u>07 junio 2014</u> Hora: <u>08:10 AM</u>

Lugar: Puerto Montt, Empresa Multiexport Foods S.A., Planta de Procesos de Productos Frescos y

Congelados.

Entrevistador(a): Fabiola Mansilla Anabalón.

Entrevistado (a): Sr. Francisco Bahamonde, Jefe de Planta.

Introducción.

El presente instrumento de investigación tiene como objetivo, recolectar información sobre enfriamiento de carne de salmón, con motivo de profundizar en conocimientos, manejo técnico y comercial de carne de salmón en cadena de frío, considerando que esta empresa utiliza "hielo líquido" y "hielo escama" en sus procedimientos de conservación.

Los participantes elegidos para esta entrevista deben ser expertos en procesos que suceden durante la cadena de frío de carne de salmón.

Los datos serán utilizados exclusivamente en Memoria de Título de Ingeniería Civil Industrial, Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt y en total confidencialidad.

Preguntas.

En cadena de frío de salmones.

- 1. ¿Cuáles son las dimensiones del salmón procesado (espesor, ancho y alto)?
- 2. ¿Cómo es utilizado el "hielo líquido" y el "hielo escama"?
- 3. ¿Cuál es el porcentaje de hielo y carne de salmón en un bins?
- 4. ¿Cuál es la temperatura del hielo para mantener la carne de salmón fresca?
- 5. ¿Cuánto tiempo se mantiene la carne de salmón en los bins con el hielo?
- 6. ¿Cuál es la temperatura del salmón al ingresar a refrigeración?
- 7. ¿Cuál es la temperatura del salmón al salir de refrigeración?
- 8. ¿Cuál es la temperatura del salmón al ingresar a congelación?
- 9. ¿Cuál es la temperatura del salmón al salir de congelación?
- 10. ¿Cuánto tiempo puede estar en refrigeración?
- 11. ¿Cuánto tiempo puede estar en congelación?
- 12. ¿Qué hielo prolonga más la vida útil y por cuánto tiempo? ¿Qué otros beneficios ha conseguido con su aplicación (ejemplo: disminución de costos, mayor producción, etc.)?
- 13. ¿Cuál es la ficha técnica del "hielo líquido" y el "hielo escama"?

ANEXO B: Guía de entrevista sobre costos directos de enfriamiento de carne de Salmón Atlántico.

Entrevista.

Fecha: <u>07 junio 2014</u> Hora: <u>08:10 AM</u>

Lugar: Puerto Montt, Empresa Multiexport Foods S.A., Planta de Procesos de Productos Frescos y

Congelados.

Entrevistador(a): Fabiola Mansilla Anabalón.

Entrevistado (a): Sr. Francisco Bahamonde, Jefe de Planta.

Introducción.

El presente instrumento de investigación tiene como objetivo, recolectar información sobre enfriamiento de carne de salmón, con motivo de profundizar en conocimientos, manejo técnico y comercial de carne de salmón en cadena de frío, considerando que esta empresa utiliza "hielo líquido" y "hielo escama" en sus procedimientos de conservación.

Los participantes elegidos para esta entrevista deben ser expertos en procesos que suceden durante la cadena de frío de carne de salmón.

Los datos serán utilizados exclusivamente en Memoria de Título de Ingeniería Civil Industrial, Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt y en total confidencialidad.

Preguntas.

En Costos Directos estimados para carne de salmones.

Precio de venta promedio 2014 carne de salmón fresco [US\$ / kg salmón]	
Toneladas salmón producidas [t salmón /año]	
Costo de transportes en camiones refrigerados a punto de venta [US\$/ kg salmón]	
Costo de transportes para bins de cultivo a Planta [US\$/ kg salmón]	
Cantidad máxima de bins con cosecha que puede llegar a la Planta.	
Cantidad máxima de cajas de poliestireno enviadas con hielo escama.	
Costo de producción insumo "hielo líquido" y "hielo escama" [US\$/kg salmón]	
Kilogramos de insumo hielo [t hielo /kg salmón]	
Depreciación estimada [US\$/año]	

ANEXO C: Guía de entrevista sobre control de calidad de carne de Salmón Atlántico.

Entrevista.

Fecha: 07 junio 2014 Hora: 11:00 AM

Lugar: Puerto Montt, Empresa Multiexport Foods S.A., Planta de Procesos de Productos Frescos y

Congelados.

Entrevistador(a): Fabiola Mansilla Anabalón.

Entrevistado (a): Sr. Eduar Aguilar, Supervisor de control de calidad.

Introducción.

El presente instrumento de investigación tiene como objetivo, recolectar información sobre enfriamiento de carne de salmón, con motivo de profundizar en conocimientos y manejo técnico de salmón en cadena de frío, considerando que esta empresa utiliza "hielo líquido" y "hielo escama" en sus procedimientos de conservación.

Los participantes elegidos para esta entrevista deben ser expertos en procesos que suceden durante la cadena de frío de carne de salmón.

Los datos serán utilizados exclusivamente en Memoria de Título de Ingeniería Civil Industrial, Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt y en total confidencialidad.

Preguntas.

Control de calidad.

- 1. ¿Cuál es el tipo de hielo que mantiene mejor la calidad de la carne de salmón durante la cadena de frío?
- 2. ¿Cómo describiría usted la condición en que llega la carne de salmón para poder ser procesada (referirse a formas manipulación para mantener la calidad)?.
- 3. ¿Cuál es la temperatura adecuada para prevenir el desarrollo de bacterias en la carne (bins, cámaras de refrigeración y congelación)?
- 4. ¿Cuál es la condición y apariencia de color del salmón cuando se encuentra fresco y cuando no es apto para consumo?
- 5. ¿Cuál es la textura de la carne de salmón cuando está fresca y cuando no lo está?
- 6. ¿Existe otro factor técnico del salmón que es importante para determinar la frescura (conservada en hielo, por ejemplo: olor, textura de la espina dorsal)?
- 7. ¿Cómo se mide la carne de salmón para comprobar la condición de textura y color?
- 8. ¿Cuál es la condición y apariencia en que se encuentra la carne de salmón para ingresar a cámara refrigeración y congelación?
- 9. ¿Existe diferencia en transferencia de calor entre especies de salmones?
- 10. ¿Cuál es el punto de fusión de hielo líquido y hielo escama?

ANEXO D: Ficha técnica de "hielo líquido".



CARACTERISTICAS

Simplicidad y movilidad: Desarrollamos unidades portables en formato de contenedor de 20 y 40 pies, para llegar donde nuestros clientes necesitan Q'Ice.

Velocidad de enfriado: Q'Ice es capaz de reducir en un 50% la velocidad de enfriado respecto del hielo escama.

Vida útil de los productos: está demostrado que los efectos de un rápido enfriado retarda el rigor mortis y consecuentemente el deterioro autolítico y bacteriano, los cual aumenta la vida útil de los productos, los cuales finalmente mejoran los retornos del productor.

Calidad e inocuidad: el agua de mar o salada utilizada para producir Q'Ice, es filtrada mecánicamente para eliminar sólidos en suspensión y posteriormente es filtrada con rayos UV para eliminar la presencia de microorganismos. El hielo siempre se encuentra aislado del contacto de agentes contaminantes del medio, que es almacenado en silos y distribuido por tuberías donde el cliente lo requiera.

Bombeable: Q'Ice es absolutamente bombeable por todo tipo de tuberías y largas distancias, esto permite su fácil manejo y distribución hasta el punto de utilización.

Propiedades físicas: Q'Ice no forma aristas, por lo tanto no daña la superficie de los productos. Al ser un fluido suave es capaz de envolver en un 100% el producto sin dejar espacios y superficies libres de contacto.

Amigable con el medio ambiente: Los equipos utilizados para producir Q'Ice ocupan refrigerantes amigables con el medio ambiente.

Bajos costos de producción: Está demostrado que energéticamente producir Q'Ice es un 50% a 60% mas económico que producir cualquier otro tipo de hielo, además puede ser re-circulado lo cual baja aún mas sus costos.





www.ghielo.cl

Fuente: Empresa Q'HIELO Ltda.

USOS

Q'ice es principalmente utilizado para los traslados de cosechas de salmones hacia sus respectivas plantas de procesos, puede ser bombeado en bins o fish tanks. Además tiene aplicaciones en otras industrias



- Pesca industrial (peces, crustáceos)
- Pesca semi-industrial
- Enfriado y mantención de productos en plantas de procesos

- Transporte fresco de choritos Packing de hortalizas Enfriado post mortem de carnes (pollo, pavo, cerdo,
- Un sin número de aplicaciones

HIELO EN ESCAMAS

el cliente lo requiera.

Las escamas son ligeras y planas, envuelven el producto delicadamente, sin dañarlo. El hielo en escamas se almacena y se manipula con facilidad, y puede conservarse en cámaras frigoríficas, ya que se encuentra totalmente congelado. Tambien es ampliamente utilizado para el transporte de cosecha de salmones y procesos de embalaje y transporte de producto final.

Poseemos equipos portátiles en formato de contenedor de 20 pies para la sala de maquinas y contenedor silo de 20 pies para el almacenaje y distribución del hielo, capaces de ser instalados donde el cliente lo requiera

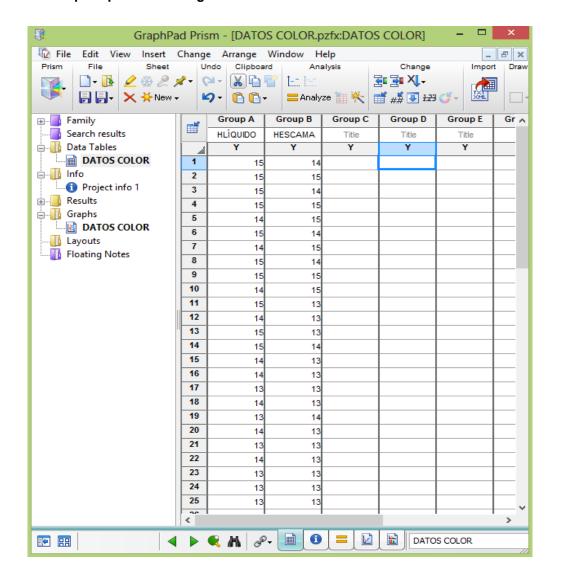
PROYECTOS A LA MEDIDA

El espíritu de Q'Hielo es otorgar a nuestros clientes soluciones a la medida, contamos con la experiencia y un equipo profesional que nos permite desarrollar innovadores proyectos para cubrir los requerimientos y desatíos que se nos presentan.

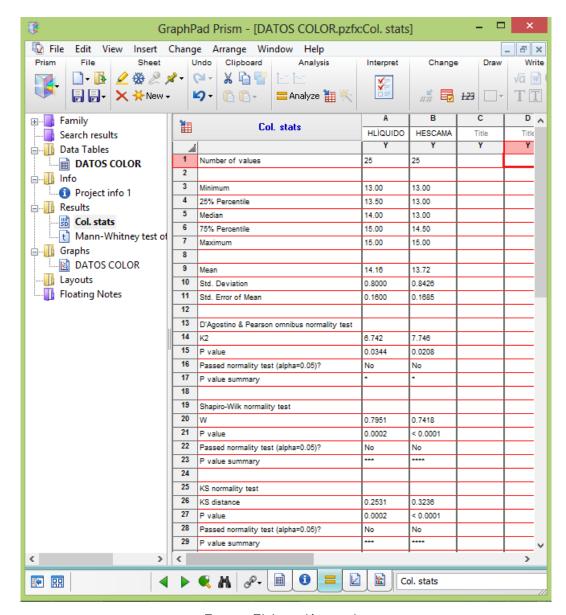


Fuente: Empresa Q'HIELO Ltda.

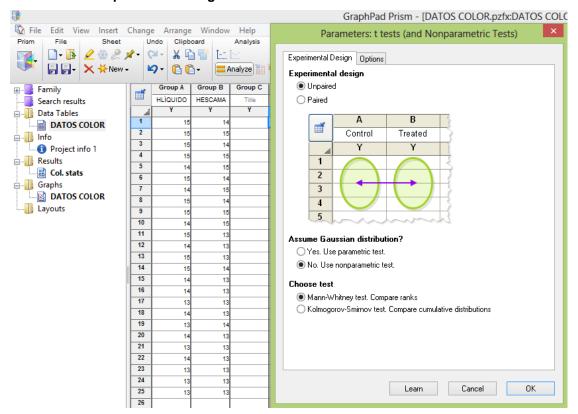
ANEXO F: Datos por tipo de hielo según mediciones del factor color.



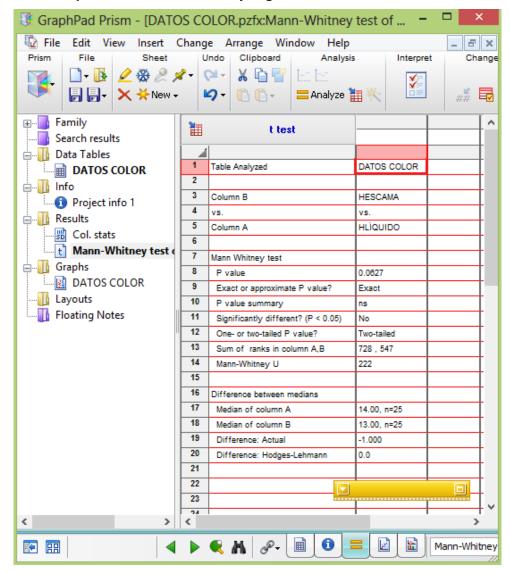
ANEXO G: Pruebas de Distribución Normal según el factor color.



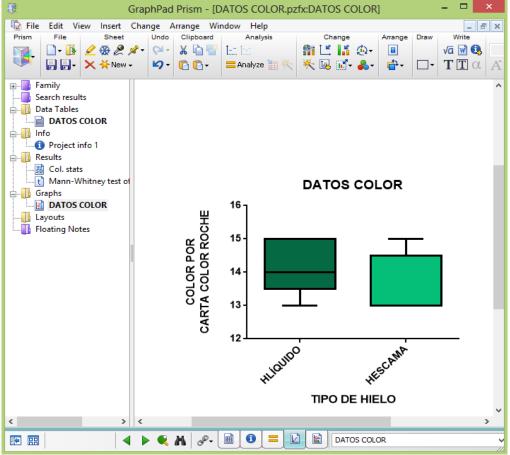
ANEXO H: Prueba no paramétrica según factor color.

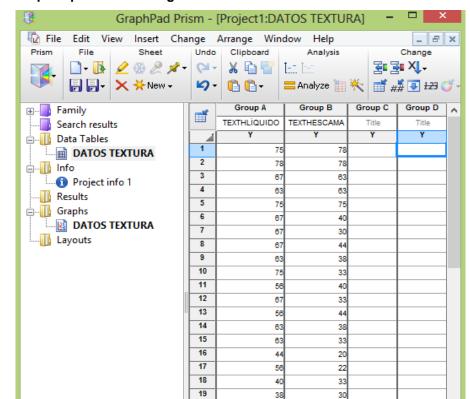


ANEXO I: Prueba no paramétrica Mann-Whitney según factor color.



ANEXO J: Gráfico Box-Plot por tipos de hielo según factor color.



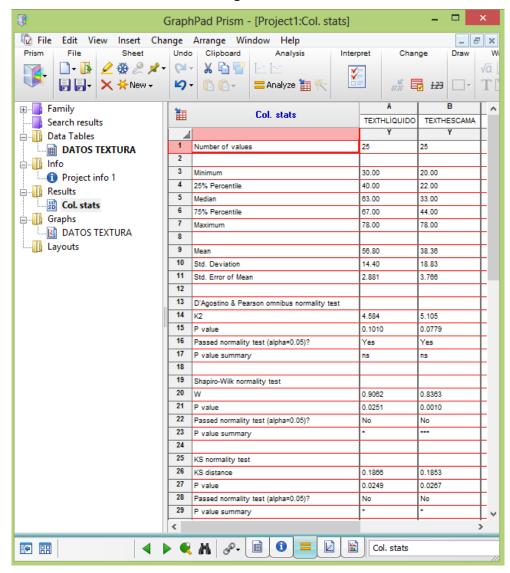


ANEXO K: Datos por tipos de hielo según mediciones de factor textura.

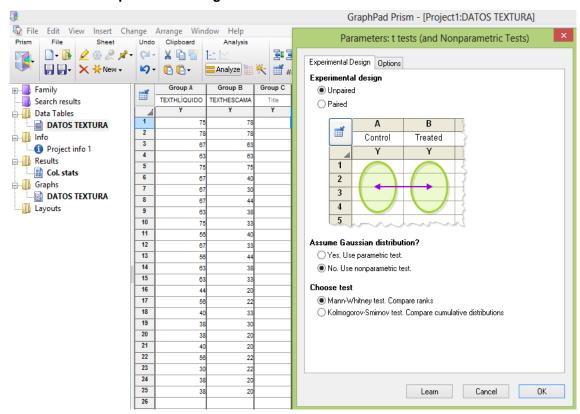
 DATOS TEX

nc <

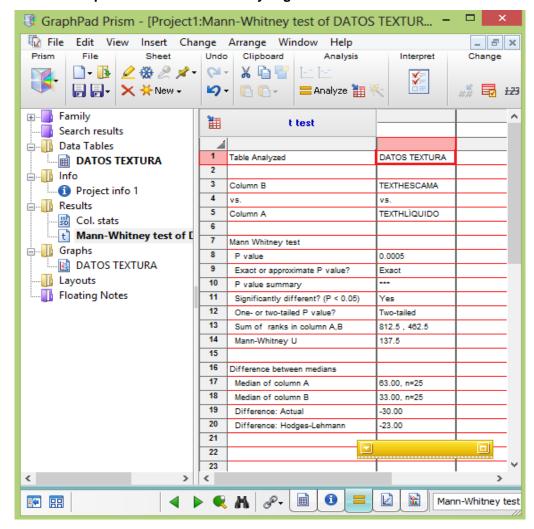
ANEXO L: Pruebas de Distribución Normal según factor textura.



ANEXO M: Prueba no paramétrica según factor textura.



ANEXO N: Prueba no paramétrica Mann-Whitney según factor textura.



GraphPad Prism - [DATOS TEXTURA.pzfx:DATOS TEXTURA] File Insert Change Arrange Window Help Edit View _ & X File Clipboard Write C1 -**⋒** Ľ **냆** ぬ• √a 🖼 🗗 - 1 X 🔓 👕 🦎 🖳 🔐+ 🚓+ □ - TT = Analyze 🛗 🎠 Family Search results 🖆 🕕 Data Tables **DATOS TEXTURA** info Info ... Project info 1 Results -- 🔡 Col. stats t Mann-Whitney test of DA **DATOS TEXTURA** - Graphs DATOS TEXTURA 100 Layouts NDICE DE RIGOR [%] Floating Notes 80 60 40 20 0 TIPO DE HIELO

ANEXO O: Gráfico Box-Plot por tipos de hielo según factor textura.

4

Fuente: Elaboración propia.

DATOS TEXTURA

ANEXO P: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre Filete de Salmón Atlántico (FILETE A) y "hielo líquido".

$$Q = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W]$$

$$Q = -0.531[W/m °C] * 0.072[m2] * \left(\frac{-5[°C]}{0.02[m]}\right)$$

$$Q = 9.6 [W]$$

ANEXO Q: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre Filete de Salmón Atlántico (FILETE A) y "hielo escama".

$$Q = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W]$$

$$Q = -0.531[W/m °C] * 0.072[m2] * \left(\frac{-1[°C]}{0.02[m]}\right)$$

$$Q = 1.91 [W]$$

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO R: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre Filete de Salmón Atlántico (FILETE B) y "hielo líquido".

$$Q = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W]$$

$$Q = -0.531[W/m °C] * 0.055[m2] * \left(\frac{-5[°C]}{0.015[m]}\right)$$

$$Q = 9.7 [W]$$

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO S: Cálculo de transferencia de calor por conducción entre filete de Salmón Atlántico (FILETE B) y "hielo escama".

$$Q = -kA \left(\frac{dt}{dx}\right) [W]$$

$$Q = -0.531[W/m °C] * 0.055[m2] * \left(\frac{-1[°C]}{0.015[m]}\right)$$

$$Q = 1.93 [W]$$

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO T: Tipo de cambio respecto al dólar estadounidense, durante el año 2014.

Fecha	[\$/US\$]
24/08/2013	583

Fuente: Diario Financiero, 2014.