Análisis de la optimización de la cadena de frío como factor estratégico para la competitividad internacional: Caso lulo en la ciudad de Tuluá y su zona de influencia.

Daira Nicole Gomez Asprilla

Trabajo de grado para optar para el título de comercio internacional

Facultad ciencias administrativas económicas y contables

Comercio internacional, noveno semestre

Tuluá, Valle Del Cauca

2025

Análisis de la optimización de la cadena de frío como factor estratégico para la competitividad internacional: Caso lulo en la ciudad de Tuluá y su zona de influencia

Daira Nicole Gomez Asprilla

Trabajo de grado para optar para el título de comercio internacional

Director

Mg. Claudia Milena Gómez Zuluaga

Codirector

Juan Carlos Urriago Fontal

Facultad ciencias administrativas económicas y contables

Comercio internacional, noveno semestre

Tuluá, Valle Del Cauca

2025

Dedicatoria

Especialmente a Dios por guiarme y darme la fuerza suficiente para afrontar cualquier adversidad que se ponía en mi camino y por llenar de esperanza, sabiduría y amor cada paso en mi camino.

A mi mamá Natalia Asprilla por su amor incondicional, sacrificio y apoyo infinito y gracias por celebrar cada logro como si fuera el tuyo, enseñarme a nunca rendirme, amarme, luchar por mis sueños y metas, creer en mí cuando ni yo misma lo hacía y por ser mi mayor inspiración.

A mi hermana Danna Aaliyah mi compañera y mi inspiración a ser mejor persona cada día, gracias por recordarme la importancia de nunca rendirme. A mi familia por acompañarme siempre y por ser el pilar de mi vida.

A mis amigos por ser un apoyo en este proceso, por las risas y consejos que me ayudaron a mantener la calma cuando se complicaba las cosas, gracias por escucharme, su paciencia y cariño que fueron una parte muy especial en este proceso.

Y de manera muy especial a mi abuela María Elena quien desde el cielo me sigue cuidando y guiando cada paso que doy, aunque no esté físicamente su amor y sus enseñanzas siempre vivirán en mi corazón y me acompañaran en cada logro y sueño que tendré.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme dado la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para seguir adelante aun cuando el cansancio o la duda quisieron vencerme. Gracias por ser mi refugio, mi guía y mi fuente constante de esperanza. A mi mamá Natalia Asprilla, el pilar más fuerte en mi vida. Gracias por tu amor sin medida, por tus sacrificios silenciosos y por creer en mí incluso en los momentos en los que yo misma dudaba. Este logro también es tuyo, porque cada paso que doy está sostenido por tu esfuerzo y tu fe en mí. A mi hermana Danna Aaliyah, mi pedacito de alegría, por su ternura, su sonrisa y por recordarme cada día lo hermoso que es tener a alguien que te mira con orgullo. Eres una motivación constante para seguir dando lo mejor de mí. A mi familia, por su comprensión, su cariño y su apoyo incondicional. Gracias por estar ahí, por escucharme, por animarme y por celebrar conmigo cada pequeño avance.

A mis amigos, quienes con su compañía y sus palabras me ayudaron a no rendirme. Gracias por las risas en los días difíciles, por los abrazos sinceros y por hacer de esta travesía una experiencia más liviana y especial. A mis docentes y asesores, por compartir su conocimiento, su tiempo y su paciencia. Gracias por inspirarme a crecer no solo académica, sino también personalmente.

Con el corazón en la mano a mi abuela Maria Elena que, aunque ya no está físicamente, sé que me acompaña desde el cielo. Su amor y sus enseñanzas siguen vivos en mí, guiando mis pasos y dándome la fuerza para seguir luchando por mis sueños.

Y finalmente, a mí misma por no rendirme, por creer en mis capacidades, por aprender de mis errores y seguir adelante con determinación. Por las noches de desvelo, las lágrimas de cansancio y los días de esfuerzo que hoy se transforman en orgullo. Gracias a mí por demostrarme que soy capaz de lograr todo aquello que me proponga.

TABLA DE CONTENIDO

Lista de tablas 7
Lista de ilustraciones 8
Tablas de figuras 9
GLOSARIO 10
RESUMEN 11
ABSTRACT 12
INTRODUCCIÓN 13
1. PROBLEMA 15
1.1. Planteamiento de problema 15
1.2.1. Árbol del problema 17
Consecuencias del problema 17
Problema central 18
A. Infraestructura deficiente (Diagnóstico) 18
B. Falta de capacitación técnica (Diagnóstico) 18
C. Problemas logísticos (Diagnóstico) 18
D. Baja trazabilidad y control de calidad 18
E. Falta de conocimiento de prácticas utilizadas a nivel internacional 18
1.3. Sistematización del problema 19
2. JUSTIFICACIÓN 20
2.1. Justificación práctica 20
2.2. Justificación teoría 21
3. OBJETIVOS 21
3.1. Objetivo general 21
3.2. Objetivos específicos 21
4. MARCOS 22
4.1. Marco teórico 22
4.2. Algunos estudios previos 22
4.2.1. "La producción frutícola en el valle del cauca, desafíos de exportación y retos de política pública." 23
4.2.2. "Cosecha, manejo de postcosecha y agroindustria" 24

4.2.3. "Control de calidad y normalización de frutas y hortalizas para la exportación" 25

4.2.4. "Prospectiva estratégica de la cadena productiva de frutas y hortalizas del Valle del Cauca" 26

4.2.5. "Refrigeración de alto nivel para exportación de frutas." 30

4.3. Marco histórico 32

4.4. Marco conceptual 33

4.5. Marco contextual 34

4.6. Marco legal 35

4.6.1. Normatividad nacional 35

4.6.2. Normatividad internacional 35

5. METODOLOGÍA 36

5.2. Diseño metodológico 38

5.3. Método de investigación 39

6. RESULTADOS 41

6.1. Caracterizar los tipos de frutas que se exportan de la zona de Tuluá y sus alrededores. 41

6.2. Diagnosticar el estado actual de la cadena de frío utilizada en la exportación de frutas tropicales desde Tuluá y su zona de influencia 43

6.3. Comparar las prácticas locales con estándares internacionales de manejo en frío para productos hortofrutícolas. 47

CONCLUSIONES 70

RECOMENDACIONES 71

BIBLIOGRAFÍA 72

Lista de tablas

Tabla 1 Efectos de una Cadena de Frío Ineficiente..... 15

Tabla 2 En las exportaciones a nivel Colombia en las frutas en los últimos años 42

Tabla 3 Cuadro comparativo de práctica local y estándar principal 48

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Producción en toneladas de frutas frescas en Tuluá 13

Ilustración 2 Árbol de problema 17

Ilustración 3 Producto Interno bruto del Valle del Cauca 2008-2013 24

Ilustración 4 Ventajas y potencialidades vs problemas y limitaciones en la cadena productiva de frutas y hortalizas en el Valle del Cauca. 29

Ilustración 5 Almacenamiento en la cadena de frío 31

Ilustración 6 Evolución de las exportaciones colombianas de frutas 43

Ilustración 7 Cadena de frio del lulo 45

Ilustración 8 Diagnóstico del Estado Actual de la Cadena de Frío – Tuluá y Zona de Influencia 46

Ilustración 9 Actividades de la logística en la cadena de suministros inmediata 47

Ilustración 10 Análisis PESTEL 52

Tablas de figuras

Figura 1 ¿Trabaja principalmente con cuál(s) de estas frutas? 54

Figura 2 Principales mercados destino..... 55

Figura 3 ¿Cuenta con cámaras/frigoríficos propios? 56

Figura 4 ¿Dispone de transporte con control de temperatura?..... 58

Figura 5 ¿Tiene registros de temperatura?..... 59

Figura 6 ¿Realiza preenfriado/postcosecha?..... 60

Figura 7 Tipo de embalaje 61

Figura 8 ¿Personal capacitado en cadena de frío? 63

Figura 9 Principales barreras 64

Figura 10 Necesidades prioritarias..... 66

GLOSARIO

- Agroalimentarios: Hace referencia a todo lo relacionado con la producción, procesamiento y distribución de alimentos de origen agrícola. El término se usa especialmente para describir la industria agroalimentaria, que transforma materias primas del campo en productos aptos para el consumo.
- Agroexportador: Es un país, empresa o persona que se dedica a la exportación de productos agrícolas. Su actividad principal está en la producción y venta internacional de bienes del sector agropecuario (como frutas, café, flores, cacao, etc.).
- Organoléptica: Las características físicas de la materia. Una información que es especialmente relevante en el caso de los alimentos. Y es que olor, color, textura y sabor son señales clave que pueden hacer que un determinado alimento sea atractivo o apetitoso o, por el contrario, producir rechazo o despertar señales de alarma en cuanto a su frescura o nivel de seguridad alimentaria.
- Postcosecha: Es la etapa que ocurre después de la cosecha de los productos agrícolas. Incluye todas las actividades necesarias para conservar, clasificar, empacar, almacenar, transportar y comercializar los productos antes de que lleguen al consumidor final.

RESUMEN

Esta investigación analiza los desafíos en la cadena de frío que impactan la calidad organoléptica que son sabor, textura, aroma y la aceptación internacional de la fruta tropical como el lulo producidas en la zona del Valle del Cauca, Colombia. A pesar de su relevancia económica, el sector enfrenta problemas críticos como infraestructura deficiente, equipos obsoletos, falta de control de temperatura, baja trazabilidad y escasa capacitación en manejo postcosecha estas fallas generan pérdidas de calidad y rechazos en los mercados de exportación. El estudio emplea un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, mediante entrevistas a productores, encuestas técnicas y revisión documental, para diagnosticar las brechas en la cadena de frío. Los resultados evidencian la necesidad de modernizar la infraestructura de refrigeración, implementar sistemas de monitoreo en tiempo real, fortalecer la capacitación técnica y optimizar procesos logísticos.

La población de estudio incluye empresas productoras, comercializadoras y exportadoras de Tuluá, municipios y pueblos cercanos para tener las soluciones propuestas abarcan inversión en tecnología de refrigeración, capacitación técnica, optimización logística e implementación de sistemas de trazabilidad. El fin de esta investigación es fortalecer la cadena de frio no solo va reducir pérdidas económicas sino el mejoramiento de la reputación de las frutas colombianas a nivel internacional contribuyendo al desarrollo del sector agroexportador.

Palabras claves: Cadena de frío, calidad organoléptica, frutas hortofrutícolas, exportación.

ABSTRACT

This research analyzes the challenges in the cold chain that affect the organoleptic quality—flavor, texture, aroma—and the international acceptance of tropical fruits such as lulo produced in the Valle del Cauca region of Colombia. Despite its economic relevance, the sector faces critical issues such as deficient infrastructure, outdated equipment, lack of temperature control, low traceability, and insufficient training in post-harvest handling. These shortcomings lead to quality losses and product rejections in export markets.

The study employs a mixed qualitative and quantitative approach, using interviews with producers, technical surveys, and document reviews to diagnose gaps in the cold chain. The findings highlight the need to modernize refrigeration infrastructure, implement real-time monitoring systems, strengthen technical training, and optimize logistics processes.

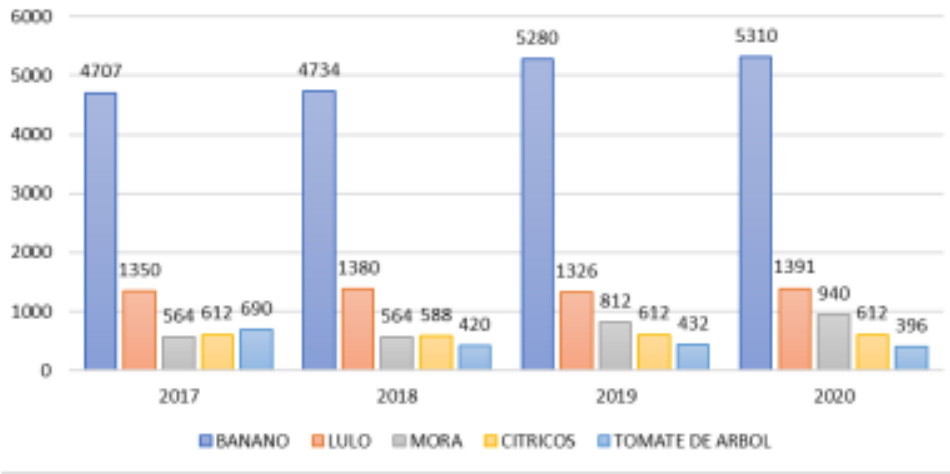
The study population includes producing, marketing, and exporting companies in Tuluá and nearby municipalities and towns. The proposed solutions include investment in refrigeration technology, technical training, logistics optimization, and implementation of traceability systems. The ultimate goal of this research is to strengthen the cold chain—not only to reduce economic losses but also to enhance the international reputation of Colombian fruits, thereby contributing to the development of the agro-export sector.

Keywords: Cold chain, organoleptic quality, horticultural fruits, exportation.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país afortunado por su variedad climática y la fertilidad de sus suelos, lo que le permite ofrecer una amplia gama de frutas tropicales frescas durante todo el año, satisfaciendo la demanda internacional. El sector hortofrutícola del centro del Valle del Cauca, en particular en municipios como Tuluá, posee un alto potencial para la exportación de frutas tropicales debido a su diversidad agrícola, clima favorable y ubicación estratégica. "Con respecto a la producción de frutas, el municipio de Tuluá produjo en el año 2020 cerca de 5.310 toneladas de banano, seguido por 1.391 toneladas de lulo y en tercer lugar 940 toneladas de mora. En total, el municipio de Tuluá produjo en el año 2018 alrededor de 9.895 toneladas de frutas" (Cruz, Peralta, & Giraldo, s.f., pág. 28)

Ilustración 1 Producción en toneladas de frutas frescas en Tuluá



Nota. Aspectos generales del sector de las frutas frescas en el Valle del Cauca

La logística de la cadena de frío desempeña un papel muy fundamental en la conservación de alimentos perecederos, garantizando que mantengan sus propiedades físicas, nutricionales y sensoriales durante todas las etapas de su transporte y almacenamiento. En esta investigación se analizará la cadena de frío de las frutas como el banano, el lulo y la mora desde

la cosecha hasta la exportación. A través de esto se busca entender el estado actual de la infraestructura y los procedimientos que tiene esta para identificar las debilidades y proponer posibles soluciones con unas estrategias orientadas a la optimización y la conservación de la calidad de las frutas anteriormente mencionadas.

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento de problema

La globalización de mercados exige que los productos agropecuarios colombianos, especialmente las frutas tropicales cumplan con estándares internacionales de calidad que garanticen lo inofensivo y tenga propiedades organolépticas. Uno de los principales desafíos que enfrentan los productores y exportadores es garantizar la calidad del producto durante su tránsito hacia mercados internacionales, especialmente en lo que respecta a la conservación de sus características físicas, sensoriales y nutricionales.

La cadena de frío desempeña un papel fundamental en la preservación de la calidad postcosecha, pero en muchas ocasiones presenta fallas técnicas o logísticas, como interrupciones en la refrigeración, controles de temperatura deficientes, ausencia de trazabilidad o infraestructura inadecuada en los eslabones de la cadena. Estas fallas pueden traducirse en pérdidas económicas, rechazos en frontera, pérdida de sabor o textura, y una percepción negativa del producto colombiano en el exterior.

Tabla 1 Efectos de una Cadena de Frío Ineficiente

Problema	Consecuencia
Interrupciones en frío en cadena de frío durante la exportación	Pérdida de textura, maduración acelerada, proliferación microbiana
Controles de temperatura deficientes productos de exportación	Variaciones en calidad, rechazos en aduanas por incumplimiento de normas
Infraestructura inadecuada para la conservación de productos frío de exportación	Daños físicos, exposición a temperaturas no óptimas
Falta de trazabilidad en la cadena de frío para productos exportados	Dificultad para identificar fallas en la cadena, responsabilidades legales

Nota. Elaboración propia del autor con datos obtenidos en la investigación

La cadena de frío para las frutas de lulo en Tuluá y sus alrededores enfrenta desafíos críticos que impactan directamente su calidad y competitividad en mercados internacionales, en cada una de estas frutas se necesita requerimientos específicos de temperatura y manejo postcosecha que, al no cumplirse, generan pérdidas económicas significativas que afectan la reputación de los productores de la región.

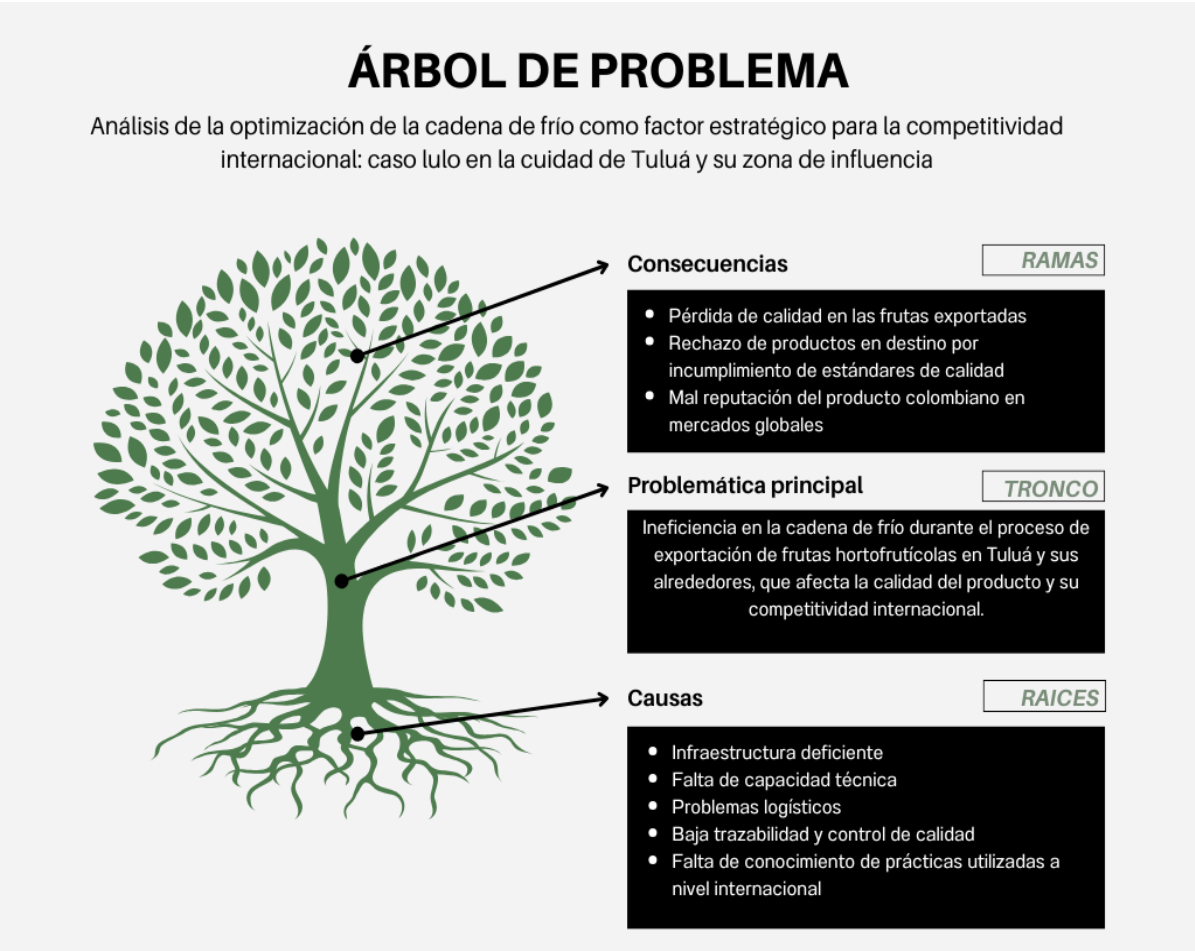
Ante este panorama, resulta necesario analizar la estructura y funcionamiento de la cadena de frío en los procesos de exportación de frutas tropicales producidas en Tuluá y sus alrededores, identificar sus debilidades, y proponer estrategias de mejora que permitan elevar la competitividad de la región en los mercados internacionales.

1.2. Pregunta problema

¿Cómo optimizar la cadena de frío en el proceso de exportación de frutas tropicales en Tuluá y sus alrededores, para garantizar la calidad y competitividad del producto en mercados internacionales?

1.2.1. Árbol del problema

Ilustración 2 Árbol de problema



Fuente: Elaboración propia

Consecuencias del problema

- ✔ Pérdida de calidad organoléptica en frutas hortofrutícolas exportadas (sabor, textura, aroma).
- ✔ Rechazo de productos en destino por incumplimiento de estándares de calidad.
- ✔ Deterioro de la reputación del producto colombiano en mercados globales.

Problema central

Ineficiencia en la cadena de frío durante el proceso de exportación de frutas hortofrutícolas en Tuluá y sus alrededores, que afecta la calidad del producto y su competitividad internacional.

A. Infraestructura deficiente (Diagnóstico)

- ✔ Carencia de equipos de refrigeración adecuados en fincas, centros de acopio y transporte.
- ✔ Falta de inversión en tecnología de monitoreo de temperatura.

B. Falta de capacitación técnica (Diagnóstico)

- ✔ Escaso conocimiento del personal sobre manejo postcosecha y control térmico.
- ✔ Ausencia de protocolos estandarizados en manejo en frío.

C. Problemas logísticos (Diagnóstico)

- ✔ Interrupciones en la cadena de frío durante el transporte y transbordos.
- ✔ Retrasos en los procesos aduaneros que prolongan la exposición a temperaturas inadecuadas.

D. Baja trazabilidad y control de calidad

- ✔ Falta de registro continuo de temperatura.
- ✔ Escasa inspección de condiciones de conservación en tiempo real.

E. Falta de conocimiento de prácticas utilizadas a nivel internacional

1.3. Sistematización del problema

- ¿Se cuenta con tecnologías adecuadas para el monitoreo de la temperatura a lo largo de la cadena?
- ¿Qué nivel de conocimiento tienen los productores, operarios y transportadores sobre el manejo postcosecha y el control térmico?
- ¿Cómo afectan los retrasos aduaneros a la conservación de la temperatura de los productos exportados?
- ¿Qué nivel de conocimiento tienen los actores locales sobre los requerimientos técnicos y normativos exigidos por los mercados internacionales?

2. JUSTIFICACIÓN

La justificación de esta investigación es la necesidad de mejorar la competitividad del sector de hortofrutícola en el municipio de Tuluá y sus alrededores con énfasis en el lulo en los mercados internacionales tienen muchos desafíos relacionados en la conservación de la calidad de las frutas tropicales durante la fase de exportación. Sin embargo, la exportación de lulo enfrenta serios desafíos relacionados con la conservación de su calidad organoléptica durante toda la cadena de suministro.

La cadena de frío tiene una logística que comienza en la postcosecha y presenta normalmente deficiencias técnicas y operativas que pueden afectar negativamente la calidad organoléptica en el resultado final generando pérdidas, rechazos en el destino final y deterioro en la imagen del producto colombiano. Aquí se tomará en cuenta los puntos críticos y se apoyará el fortalecimiento del sector agroexportador cumpliendo los estándares internacionales y la sostenibilidad de la economía en la cadena de valor.

2.1. Justificación práctica

Se detectó la necesidad de mirar los productores, exportadores y las operaciones logísticas en la región de tener un diagnóstico de manera clara las fallas en la cadena de frío y las propuestas que se darán para la mejora de esta, al ofrecer las estrategias específicas se contextualizan en la espera de resultados del estudio que sirvan para tener una buena toma de decisiones técnicas, operativas y de inversión orientada a reducir pérdidas en postcosecha para aumentar la aceptación del producto ofrecido en los mercados internacionales y mejorar los productos locales. Asimismo, el estudio puede servir como herramienta para planificar las entidades gubernamentales o privadas interesadas en promover la eficiencia del sistema logístico agroexportador del valle del cauca.

2.2. Justificación teoría

La investigación aporta el conocimiento que se existe sobre la cadena de frío y el impacto que tiene está en la conservación de productos hortofrutícolas, teniendo en cuenta el tema desde un enfoque aplicado al contexto colombiano. Al integrar los elementos cualitativos y cuantitativos con el análisis se estudia la profundidad en la relación entre las fallas logísticas y la pérdida de calidad en las frutas exportadas, teniendo en cuenta la temperatura, los tiempos de tránsito, la infraestructura y la trazabilidad que tiene esta. Comprando las prácticas locales con los estándares internacionales se genera un marco referencial útil para las futuras investigaciones y estudios en las regiones agrícolas del país o contextos similares en América Latina.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar la cadena de frío en la conservación de la calidad organoléptica del lulo para exportación desde Tuluá y su zona influencia.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los tipos de frutas que se exportan de la zona de Tuluá y sus alrededores.
- Diagnosticar el estado actual de la cadena de frío utilizada en la exportación de frutas. tropicales desde Tuluá y su zona de influencia.
- Comparar las prácticas locales con estándares internacionales de manejo en frío para productos hortofrutícolas.
- Formular estrategias óptimas para la cadena de frío.

4. MARCOS

4.1. Marco teórico

Se ve la importancia de la cadena de frío como una herramienta crítica para garantizar la calidad organoléptica de las frutas hortofrutícolas destinadas a la exportación. Este contiene todos los eslabones logísticos que garantizan el mantenimiento de las condiciones térmicas adecuadas desde la postcosecha hasta el destino final, lo que minimiza la pérdida de textura, sabor, aroma y color.

Sobre la logística que se considera que una falla en la cadena de frío se puede generar un deterioro acelerado de los productos que este afecta directamente la conectividad en los mercados internacionales por eso también se considera las tecnologías de monitoreo en tiempo real para elevar los estándares internacionales para darle un valor agregado al producto

4.2. Algunos estudios previos

Al momento de realizar los estudios previos para el desarrollo y guía del presente proyecto fue necesario tener en cuenta la naturaleza de los textos que se tomaron como guía, puesto que se analizó su relación con el tema a tratar, especialmente teniendo en cuenta la madera como la cadena de frío es una parte fundamental a la hora de hacer una exportación a un lugar, ya que esto facilita el acercamiento no solo el tema del estudio, sino también, los beneficios que tiene este en todos los sectores.

4.2.1. "La producción frutícola en el valle del cauca, desafíos de exportación y retos de política pública."

Este trabajo explora los desafíos que enfrenta la producción frutícola en el Valle del Cauca para acceder a mercados internacionales, haciendo especial énfasis en la cadena de frío, la infraestructura y la logística.

> La producción de fruta en el Departamento del Valle del Cauca es uno de los subsectores de la economía nacional que presenta las mejores condiciones medioambientales y técnicas para aumentar su productividad y el nivel de competitividad, participando con la oferta de fruta nacional en el exterior; con estos trabajos pretendemos identificar las fortalezas del sector para dinamizarlas implementando todos los cambios necesarios para tener una oferta exportable competitiva. Se debe considerar y partir del hecho que el Departamento del Valle es sector geográfico del territorio nacional donde se concentran tierras de alta fertilidad, condiciones climáticas apropiadas para la producción frutícola tropical y también se han instalado empresas productoras, procesadoras y comercializadoras de frutas tropicales, estas instituciones con las ofertas del libre mercado han experimentados cambios drásticos en la forma de hacer negocios y en los tamaños de mercados para este negocio, por lo tanto hay que revisar e implementar estrategias que nos permitan tener unas ventajas competitiva en las variables de negociación y gerencia. (GIRALDO, s.f.)

El Ministerio de Agricultura impulsa en el Valle del Cauca encadenamientos productivos agropecuarios (frutales, sábila, piña/papaya, lácteos, piscícola, ají) agrupados en CPGE para aumentar la productividad asociando municipios. La exitosa cadena de la caña de azúcar (62.7% de cultivos permanentes) es criticada por acaparar las mejores tierras, aumentando la

desigualdad. El sector agropecuario, silvicultura y pesca creció 2.1% (7.84% PIB): liderado por el subsector pecuario (+5.59%, avícola +8.2%), el agrícola (+2.1%, café +10%) cayó en área sembrada, mientras la silvicultura decreció -15%. La minería creció 21.53% (0.3% PIB). La economía del Valle está tercerizada, dominada por servicios; la industria (19% PIB) y el agro (~8%) muestran leve tendencia a la baja.

Ilustración 3 Producto Interno bruto del Valle del Cauca 2008-2013

Tabla N°2 Producto Interno bruto del Valle del Cauca 2008-2013

Subsectores Economicos	2010	% Part	% Creci	2011	%Part	% Creci
	(000)	(000)		(000)		
Producto Interno Bruto			2,6			4,6
Agropecuario, Silvicultura y Pesca		5,33	-4,50		5,24	2,90
Mineria			-13,80		0,3	13,80
Industria	9186	16,9	2,90		15,7	2,20
Elect, Gas, Agua y alcantarillado			2,50		3,1	-0,60
Construccion			-1,10		4,9	2,70
Comercio,reparaciones, restauran	6141	11,3	4,50		11,6	6,10

Nota. La producción frutícola en el Valle del Cauca: desafíos de exportación, Universidad del Valle, 2015.

4.2.2. "Cosecha, manejo de postcosecha y agroindustria"

El documento revisa de manera integral las prácticas del manejo postcosecha, haciendo énfasis en cómo la cadena de frío puede ser optimizada para preservar la calidad de productos hortofrutícolas.

> La conservación de frutas y hortalizas —productos perecederos y de alto consumo— constituye una prioridad para el país debido a las altas pérdidas que se registran en las etapas de cosecha y postcosecha como consecuencia de la desarticulación entre eslabones, el sector productivo y todas las etapas de comercialización hasta llegar al consumidor final.

Se presentan deficiencias de orden tecnológico tanto en la etapa de producción (para obtener un producto de buena calidad) como en la etapa de postcosecha (en la que están incluidas todas las actividades que se realizan entre la cosecha y el consumo). En esta última son comunes las carencias o fallas en los procesos de recolección, selección, clasificación, empaque y embalaje, situación que conlleva a problemas de comercialización dada la mala calidad del producto ofrecido; con la consecuente disminución del estímulo en la producción.

El índice de madurez o de cosecha es crucial para determinar el momento óptimo de recolección, garantizando la vida útil postcosecha y la comercialización de la fruta. Este índice debe ser sencillo, rápido, reproducible y reflejar la calidad al separarla del árbol. Es fundamental distinguir entre madurez fisiológica (máximo crecimiento alcanzado y semilla viable) y madurez comercial o de consumo (exigencias específicas del mercado y características organolépticas del producto). Para determinar el grado de madurez con precisión existen diversos métodos, algunos aplicables directamente en la finca y otros que requieren equipos de laboratorio especializados. (Aldana, Longas, Lozano, & Bonilla, s.f.)

4.2.3. "Control de calidad y normalización de frutas y hortalizas para la exportación"

Este estudio aborda los estándares de calidad requeridos en la cadena de frío y cómo estos influyen en la aceptación de los productos en mercados internacionales.

La exportación de frutas a los países desarrollados solo tiene posibilidades con productos de alta calidad, los hipermercados y supermercados que compiten con ofertas de frutas bien presentadas, sanas, bonitas, deslumbradoras y atractivas al consumidor ya

acostumbrando a estos niveles de calidad y que no está dispuesto a comprar un mal producto así el precio sea muy bajo puesto que es un grupo de alto ingreso.

Buena parte de los daños generados por mal manejo precosecha, cosecha y postcosecha no son detectados oportunamente por falta de control de calidad o por su deficiencia y aparecen en forma de defectos en las frutas y al llegar al mercado de destino o durante de su distribución convirtiendo la inversión en pérdidas para los participantes en ese negocio, en especial para los productores y exportadores.

En el control de calidad para la exportación hortofrutícola se presenta en muchos factores para controlar la calidad de productos hortofrutícolas para la exportación a nivel de la producción de la cosecha y de la postcosecha como el control de la calidad a nivel de la producción que esta determina cuales son los estándares de calidad del mercado objetivo para controlar que durante la producción se genera la calidad esperada por el cliente, en el control de calidad a nivel cosecha se controla el grado de la madurez de los productos determinando el momento óptimo de cosecha miento para asegurarse la calidad de esta y en el control de calidad a nivel de postcosecha se controla el nivel de la recepción mediante inspección por muestreo de la calidad interna y externa de los productos. Los resultados de la aplicación del sistema de control de calidad se deben evaluar y retroalimentar el proceso para inducir un mejoramiento permanente de la calidad. (Villegas, Pérez, & Fernando, 1992)

4.2.4. "Prospectiva estratégica de la cadena productiva de frutas y hortalizas del Valle del Cauca"

El identificar algunas prácticas de apuestas productivas, exige no sólo conocer el entorno inmediato, sino establecer el significado de la apuesta productiva para el desarrollo regional. Los

propósitos centrales de este estudio son: 1) identificar los escenarios probables y posibles de la cadena hortofrutícola del Valle del Cauca, aplicando, en el análisis metodologías de prospectivas reconocidas por la comunidad académica y por los actores del sector hortofrutícola, interesados en el tema. 2) Derivar los escenarios identificados: tendencial, optimista y pesimista, el "escenario apuesta", al cual deben orientarse las acciones de mejoramiento del sector. 3) Precisar en el escenario apuesta, los lineamientos estratégicos para lograrlo. De acuerdo con la opinión de los expertos, los actores definirán proyectos y estrategias que permitan al Valle del Cauca mejorar su competitividad en este sector, impactando positivamente el entorno regional y mejorando su inserción en el contexto internacional.

Gestión estratégica y métodos prospectivos en el estudio de la cadena productiva hortofrutícola:

> La investigación se desarrolló en dos fases: fase diagnóstica y fase prospectiva, en ambas se utilizaron herramientas de gestión estratégica y métodos prospectivos. Para alcanzar los propósitos del estudio se partió de las condiciones actuales de la cadena hortofrutícola, para luego establecer los escenarios probables y posibles, así como la definición del escenario apuesta y las estrategias para lograrlo. El presente estudio sobre los escenarios de futuro de la cadena se fortaleció con la metodología de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuarias (EMBRAPA), quien estuvo acompañando al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en la implementación de programas de desarrollo de integración productiva (2006-2010) bajo el modelo de cadenas productivas (Gomes de Castro y otros, 1998). Uno de los ejercicios fue el de vigilancia comercial de la cadena productiva de la Pitaya Amarilla (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, 2011).

La primera fase fue la diagnóstica para el análisis de información sobre la cadena y su desempeño se inició con el eslabón productores-agricultores, siguiendo con los comercializadores, tanto mayoristas como minoristas, procesadores industriales y se finalizó con el de los investigadores; En la segunda fase de prospectiva y estrategia se utilizó, el método de escenario aplicado en el estudio de la cadena hortofrutícola, el cual, estuvo apoyado por los resultados arrojados por las técnicas de diagnóstico, procedió a la identificación de los escenarios exploratorios probables. Se precisaron tres escenarios: tendencial, optimista favorable y pesimista desfavorable. (Guerrero & Calero, s.f.)

Ilustración 4 Ventajas y potencialidades vs problemas y limitaciones en la cadena productiva de frutas y hortalizas en el Valle del Cauca.

Ventajas de la cadena para su desarrollo	¿Cuáles cree que son los problemas de la cadena?
El Valle del Cauca posee las principales ventajas comparativas debido a la variedad en pisos térmicos; lo cual hace posible cultivar toda clase de frutas y hortalizas. Estas son de alto consumo regional y nacional. La SAP -a partir del apoyo de las alianzas con el SENA, UMATA y Ministerio de Agricultura- incentiva el emprendimiento entre pequeños productores. Con esto, se lograría una mayor producción y se incentivarían prácticas más saludables en la misma. La Secretaría de Agricultura tiene proyectado, para el 2016, alcanzar 13.320 h.a en frutas y 3.726 h.a, en hortalizas. De esta manera, se busca incentivar la cadena de producción en el Valle del Cauca. Actualmente, se están estimulando alianzas entre agroindustriales y productores pequeños, para proveer producción durante un año; esto les asegura a los agricultores un negocio más estable. En este departamento, se concentran los más importantes centros de investigación con los profesionales mejor preparados en la nación. En el ámbito agroindustrial, también están las más importantes empresas de transformación.	• Hay poca investigación entre los mismos agricultores y distribuidores. • Los agricultores y distribuidores no conciben el avance tecnológico o formas más eficientes de producir, como factor competitivo. • No existen métodos de fortalecimiento organizativo entre los actores de la cadena. Si esto se diera, los pequeños productores y comercializadores percibirían un mayor acompañamiento en solicitudes de créditos, subsidios. • La debilidad en el encadenamiento es visible en los fondos de recursos dirigidos al sector. Por ejemplo, los recursos dispuestos por el Fondo Hortofrutícola -año tras año- han mostrado incrementos significativos; sin embargo, este aumento se debe a la no ejecución de los recursos, especialmente, los dispuestos para el Valle del Cauca, pues no se cuenta con una organización administrativa disponible para los pequeños productores. • Los productos como el tomate de mesa y la cebolla larga, están monopolizados en el Valle del Cauca. Esto impide la implementación de cultivos por parte de otros productores. • La falta de mecanización no permite incrementar volúmenes de producción, por ello, se dificulta exportar, además, no se cumple con las normas de calidad. Faltan equipos que midan trazabilidad de los productos.

Nota. Prospectiva estratégica de la cadena productiva de frutas y hortalizas del Valle del Cauca*

En el valle del cauca tiene ventajas significativas para el desarrollo de la cadena hortofrutícola por la diversidad de los pisos térmicos que permite cultivar frutas, con el apoyo institucional del SENA y el ministerio de agricultura, con presencia de los centros de investigación fortalecen la producción regional, sin embargo, la cadena enfrenta serios problemas ya que no cuenta con la información necesaria para que los productores y distribuidores tengan el conocimiento de las innovaciones y la organización que esta tiene día tras día que limita el aumento de los cultivos y dificulta la calidad y frena el proceso de la exportación.

4.2.5. "Refrigeración de alto nivel para exportación de frutas."

La regla de oro para lograr exportaciones exitosas está en lograr que el producto llegue en las mejores condiciones al punto de venta; la calidad no es punto negociable al momento de querer alcanzar nuevos mercados, las reglamentaciones internacionales son estrictas sobre las medidas sanitarias y de inocuidad en los alimentos.

Es así que conservar la cadena de frío se convierte en un eje principal. Errores dentro de este proceso pueden llevar a perder cualidades de la fruta, proliferación bacteriana, deshidratación, variaciones en la apariencia, maduración anticipada y todo esto se resume en la afectación directa de la vida útil del producto. Incluso no cumplir con los requisitos exigidos por las autoridades de control puede llevar a la no aceptación de la exportación.

Ilustración 5 Almacenamiento en la cadena de frío

Nota. Desarrollo de una propuesta de mejoramiento de productividad y competitividad en cadenas hortofrutícolas a partir de la evaluación tecnológica de la cadena de frío. Caso de estudio: mora de castilla y papa criolla.

De esta manera contar con ambientes climatizados es vital para no poner en riesgo cualquier operación comercial; garantizar la temperatura es fundamental ya sea en refrigeración o congelación dependiendo el tipo de fruta, se debe considerar que cada cosecha es distinta en sus tiempos de maduración y así mismo sus necesidades de conservación. Contar con un óptimo sistema de refrigeración permite llegar a mercados internacionales y es pieza clave para la expansión exitosa de una empresa.

La adecuada planificación de un proyecto de frío puede ahorrar costos significativos en torno a la inversión inicial, gastos operativos y de mantenimiento, cumplimiento de

estándares exigidos por normas internacionales y clientes potenciales. De esta forma la asesoría y el acompañamiento de una empresa con experiencia en cadena de frío toman fuerza en la culminación de un proyecto exitoso. (BERNAD, 2025)

4.3. Marco histórico

La cadena de frío en Colombia se ha desarrollado en respuesta a la necesidad de garantizar la calidad de los productos agroalimentarios durante su comercialización nacional e internacional. En la historia del comercio agrícola la exportación de frutas tropicales como el banano y el aguacate ha tenido una fuerte presencia desde los principios del siglo XX dirigida por empresas extranjeras como United Fruit Company. Sin embargo, el enfoque de la postcosecha a través de la refrigeración es un avance más significativo por los mercados internacionales.

El desarrollo de la cadena de frio como herramienta tecnológica con el manejo en la postcosecha se representa un cambio significativo impulsando por las exigencias en los mercados internacionales en los términos de calidad, inocuidad y la trazabilidad. Durante en las décadas de 1980 y 1990 la economía y los tratados comerciales en Colombia se comenzó a fortalecer la competitividad en el sector hortofrutícola mediante en la incorporación de cámaras de refrigeración, empaques modificados, transporte en frio y mejores prácticas en la logística.

Algunas cadenas productivas como la floricultura o el banano lograron consolidar estructuras logísticas y tecnologías estables. sin embargo, las frutas como el lulo (solanum quitoense), aún enfrenta brechas en la cadena de frio. Estas limitaciones deficientes se presentan en la infraestructura de almacenamiento, escaso conocimiento técnico sobre la postcosecha.

4.4.Marco conceptual

La cadena de frio es un sistema logístico fundamental que organiza el mantenimiento de temperaturas controladas a lo largo del proceso logístico, desde la cosecha hasta el consumo final. Su adecuada implementación nos permite tener más conservación en la calidad organoléptica de los productos hortofrutícolas, es decir, las características que tiene ellas que son como el color, el sabor, el olor ya la textura, las cuales permiten una aceptación por parte de consumidor. En el contexto de las frutas hortofrutícolas mantener una temperatura optima durante la refrigeración en finca, el transporte, el almacenamiento y los puntos durante la exportación es principal para evitar las pérdidas significativas y asegurar la competitividad en los mercados internacionales.

La exportación de las futas colombianas exige muchos requerimientos de estrictas normas sanitarias, fitosanitarias y de calidad impuestas por destinos como Estados Unidos y Europa, en este sentido la trazabilidad se convierte en un componente clave del sistema, ya que permite y monitorear cada etapa de la cadena de suministro facilitando la identificación de fallas, el control de riesgos y la transparencia ante los compradores internacionales. Por lo tanto, una gestión eficiente en la cadena de frio y la trazabilidad refuerza la confianza del consumidor en el posicionamiento de los productos colombianos en el mercado internacional.

4.5.Marco contextual

En el municipio de Tuluá está ubicado estratégicamente en el centro del valle del cauca, Colombia, se caracteriza por la vocación agrícola que se destaca en la producción de frutas tropicales como lulo, banano, mora, entre otros. Su cercanía al puerto de buenaventura ya que es el principal punto de salida al pacifico colombiano obteniendo una ventaja logística significativa para el comercio internacional. A pesar del potencial agroexportador reflejo en la producción de 1.391 toneladas de lulo reportadas por la universidad del valle en 2020, el municipio enfrenta limitaciones estructurales en la infraestructura de frio ya que la mayoría de los pequeños productores carece de cámaras refrigeradas, sensores térmicos y vehículos climatizados, recursos disponibles solo para grandes exportadores o cooperativas. Esto limita la capacidad técnica en manejo postcosecha y estándares internacionales exigidos por la unión europea y estados unidos lo que restringe la entrada a mercados internacionales. Tuluá presenta oportunidades importantes por su fertilidad, diversidad frutícola y ubicación geográfica; los principales desafíos que enfrenta la región incluyen las decadencias en la cadena de frio, la baja trazabilidad en del desconocimiento técnico y su falta de certificaciones internacionales factores que se deben ser tratados para el fortalecimiento en la competitividad.

4.6.Marco legal

La normativa nacional e internacional exige condiciones específicas de conservación, calidad e inocuidad para los productos hortofrutícolas exportados.

4.6.1. Normatividad nacional

- Decreto 1500 de 2007 (Min Salud - INVIMA):

Reglamenta el sistema de inspección, vigilancia y control de alimentos de origen animal y vegetal, incluyendo los requisitos de cadena de frío y trazabilidad.

- Resolución 683 de 2012 (ICA):

Establece los requisitos fitosanitarios para la exportación de frutas frescas, incluyendo controles en temperatura, madurez y empaque.

- Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional):

Incluye directrices generales sobre condiciones de higiene y conservación de productos alimentarios perecederos.

- Norma Técnica Colombiana NTC 5401 (ICONTEC):

Especifica requisitos para el transporte refrigerado de productos hortofrutícolas frescos, incluyendo condiciones de humedad, ventilación y temperatura por tipo de fruta.

4.6.2. Normatividad internacional

- Reglamento (UE) 852/2004 del Parlamento Europeo:

Sobre la higiene de los productos alimenticios, exige trazabilidad y mantenimiento de temperaturas controladas desde la producción hasta la distribución.

- Codex Alimentarius (FAO/OMS):

Conjunto de normas internacionales que establecen buenas prácticas agrícolas (BPA) y de manufactura (BPM) para frutas y hortalizas.

- FSMA (Food Safety Modernization Act) – FDA (EE.UU.):

Impone requerimientos de inocuidad para productos exportados a EE.UU., incluyendo controles preventivos en frío y trazabilidad electrónica.

5. METODOLOGÍA

La investigación tendrá un enfoque mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión general de la cadena de frío en la exportación de frutas desde Tuluá y alrededores.

Cualitativo: El enfoque cualitativo se utilizará para comprender la percepción de los actores involucrados en la cadena de frío, incluyendo los productores ya que estos tienen sus prácticas y desafíos en la producción en el manejo de frutas, los exportadores ya que ellos tienen un recorrido de las necesidades que puedan tener las frutas tropicales, los transportadores para garantizar y analizar los diferentes procesos y desafíos que pueden llevar a cabo en el transporte de las frutas y los operadores logísticos para comprender las necesidades y conocer el manejo de la cadena de frio.

Cuantitativo: El enfoque cuantitativo se utilizará para recolectar y analizar datos objetivos sobre la cadena de frío, incluyendo la temperatura para dar seguimiento y analizar el comportamiento de la temperatura en diferentes puntos de la cadena de frío, en los tiempos para medir y analizar

el tiempo transcurrido entre el almacenamiento y la manipulación de las frutas, en las pérdidas de postcosecha es analizar cuáles son los factores que se da en la pérdida de las frutas durante de esta, los niveles de rechazo para analizar el nivel de rechazo de las frutas en el entorno del mercado internacional y en el tiempo de tránsito para mirar y medir el tiempo que se toma la fruta desde Tuluá hasta los mercados internacionales.

5.1. Tipo de estudio

La investigación sobre la cadena de frío en la exportación de frutas hortofrutícolas desde Tuluá y su zona de influencia se clasifica como una investigación aplicada, descriptiva y explicativa:

Aplicada: Generar soluciones que sean prácticas para el mejoramiento de la cadena de frío.

I. Objetivo: Encontrar soluciones prácticas para el mejoramiento en la eficiencia y la efectividad de la cadena de frío.
II. Enfoque: El enfoque de la investigación aplicada es práctico y orientado a la resolución de problemas.
III. Métodos: utilizando la investigación se puede observar, experimentar, simular y evaluar las tecnologías en el mejoramiento de la cadena de frío.
IV. Resultados: en la investigación aplicada es la identificación de las posibles soluciones para mejorar la cadena de frío, en la implementación de las tecnologías de refrigeración, la capacitación en el manejo efectivo en la cadena de frío, etc.

Descriptiva: Identificar el estado actual de la cadena de frío.

I. Objetivo: Detallar el estado de la cadena de frío.
II. Enfoque: Descriptivo y orientado en la caracterización de la cadena de frío.
III. Métodos: Contiene la observación, la encuesta, la entrevista y el análisis de datos.

IV. Resultados: La caracterización del estado actual de la cadena de frío, incluyendo la identificación de fortalezas y debilidades.

Explicativa: Analiza las relaciones que fallan en la logística y pérdida de calidad en la fruta hortofrutícola exportada.

I. Objetivo: Analizar las relaciones de las fallas en logística y la pérdida de calidad en la fruta exportada.
II. Enfoque: Analizar y orientar la identificación de causas y efectos.
III. Métodos: Incluye la regresión, la correlación y el análisis de la varianza.
IV. Resultados: Identifica las relaciones entre fallas en la logística y pérdidas de calidad en la fruta exportada, que esta puede ayudar en identificar las soluciones para mejorar la calidad de la fruta exportada.

5.2. Diseño metodológico

Población: El objetivo de este estudio se conforma por empresas productoras, comercializadoras y exportadoras de frutas hortofrutícolas ubicadas en Tuluá y sus alrededores, incluyendo municipios como San Pedro, Andalucía y Buga. Además, se incluyen las operaciones de logística que prestan servicios de transporte y almacenamiento, así como funcionarios de inspección sanitaria que pueden ser entidades gubernamentales o privadas relacionadas con la exportación de frutas.

Muestra: Se seleccionaron mediante muestreo intencional a actores clave de cada eslabón de la cadena de suministro y comercialización de frutas tropicales, considerando al menos 5 empresas o actores clave dependiendo de su participación en los procesos de exportación, esto incluye productores de frutas, empresas de transporte, y empresas exportadoras.

5.3. Método de investigación

Distribución de la muestra

a. Empresas o cooperativas agrícolas que cultivan las frutas.
b. Compañías que se encargan de asegurar el transporte adecuado con la cadena de frío.
c. Compañías responsables de la comercialización internacional de las frutas.
d. Organismos o instituciones encargadas de la verificación del cumplimiento de las normativas.

Técnicas de recolección de datos

Panel estructurado con preguntas semiestructuradas a:

- Productores.
- Exportadores.
- Operadores logísticos (transporte, almacenaje, puerto).
- Funcionarios del ICA o INVIMA si es posible.

Muestra por convencía tipo entrevista para obtener datos sobre:

- Infraestructura de frío disponible.
- Manejo de temperatura en cada fase.
- Frecuencia de fallas.
- Rechazos por calidad.

Revisión documental y bibliográfica:

Informes técnicos, guías de buenas prácticas, datos de exportación del DANE, ProColombia y FAO.

Análisis de datos

Cualitativos: El análisis de datos cualitativos se realizará mediante un análisis de contenido temático, identificando modelos de temas de las investigaciones y noticias que se usará codificación abierta para obtener datos correspondientes al tema indicado y se organizara los contenidos claves de la información obtenida, se emplearán programas como Atlas. Tiene para ayudar la codificación, pero esta también se puede utilizar manualmente.

Cuantitativos: Se obtiene en los datos a través de encuestas, que permite medir las variables asociadas con la cadena de frío, condiciones en el transporte y calidad de las frutas hortofrutícolas. Se evalúa las estadísticas de frecuencias, promedios y desviaciones estándar para identificar posibles resultados para evaluar esta para obtener una visión general utilizando diversas formas como: (barras, histogramas y diagramas de dispersión) para llegar a una conclusión.

6. RESULTADOS

6.1. Caracterizar los tipos de frutas que se exportan de la zona de Tuluá y sus alrededores.

Se realizó una búsqueda en páginas como el DANE y la cámara de comercio de Tuluá en donde hay una información más detallada en el departamento, este objetivo se toman los datos de todas las frutas que se están exportando con sus respectivos porcentajes además de características el tipo de fruta que permita observar la necesidad de la cadena de frío que contribuye de manera importante a la economía nacional. Según estadísticas del año 2005, en lo agrícola el Valle contribuye con un 5.37% de la producción nacional, Antioquia 15,48% o Cundinamarca 12,81%. En los productos de pesca la región vallecaucana ocupa el primer lugar aportando el 36% de la producción total del país. En cuanto a la minería, el Valle no es región de metales, sin embargo, en cuanto a minerales no metálicos el departamento aporta el 8,15% del valor agregado de toda Colombia. La industria Vallecaucana contribuye en un 13,81% del valor agregado nacional, superado únicamente por Bogotá con un 5,39% y Antioquia con un 18,20%. El desarrollo de la industria gráfica, azucarera y farmacéutica es el más importante de Colombia, incluyendo además la producción de alimentos, bebidas y tabaco, aportando un 16% del valor agregado a nivel nacional, sobrepasando a Antioquia y únicamente superado por Bogotá. En cuanto a comercio, a nivel nacional Bogotá tiene un 32,22% del valor agregado nacional, Antioquia un 13,25% y el Valle un 11,34%. En servicios de transporte el Valle tiene 12,52% del valor agregado nacional, superado por Bogotá con un 25,75%. En servicios financieros el Valle tiene un 9,75% del valor agregado nacional, luego están Bogotá 48,39% y Antioquia 14,59%. DANE 2005. En Tuluá y sus alrededores, las frutas más comúnmente exportadas son el banano, el lulo y la mora, pero también se exportan aguacate el tipo Hass, cítricos y frutales como la granadilla y

el maracuyá. Además, la zona rural media es óptima para diversas especies de frutales como Fresa, Tomate de Árbol, Guanábana, Mango, Guayaba, entre otros.

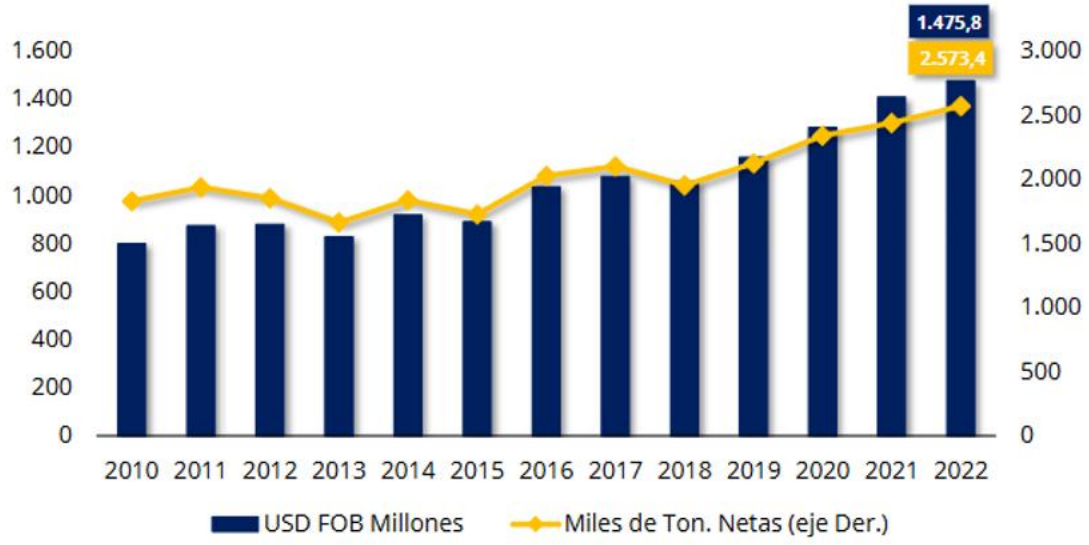
En las exportaciones a nivel Colombia en las frutas en los últimos años se ha determinado por mantener la tendencia creciente al destacarse como un sector clave para el crecimiento de la canasta donde se participa con el 7% en el 2022 en las ventas externas de los productos que alcanzaron un valor FOB 1.475,8 Millones USD y este presentó un crecimiento de 4,7% frente al 2021 que cual se exportaron USD FOB 1.409,4 millones. Con el volumen de las frutas se mantiene con una tendencia similar a la del valor. Durante del 2022 se exportaron 2,6 millones de toneladas neta que esta representa un crecimiento del 5,4% con respecto al año 2021.

Tabla 2 En las exportaciones a nivel Colombia en las frutas en los últimos años

Año	Valor FOB USA	Crecimiento	Volumen
2022	1.475,8 millones	4,7%	2,6
2021	1.409 millones	-	2,47 (estimado según crecimiento 2022)

Nota. Elaboración propia del autor con datos obtenidos en la investigación

Ilustración 6 Evolución de las exportaciones colombianas de frutas



Fuente: Analdex, con datos MARO

En conclusión, los datos anteriores permiten afirmar que la última década muestra un fortalecimiento del sector exportador colombiano, especialmente en los años posteriores a 2016 ya que favoreció el resultado de una estrategia más integrada de comercio exterior, en la cual tiene muchos factores como la eficiencia en la logística, la innovación en productos agroindustriales y la consolidación de mercados estratégicos, elementos que han permitido mantener la trayectoria ascendente tanto en volumen como en valor consolidando la participación del país en comercio internacional.

6.2. Diagnosticar el estado actual de la cadena de frío utilizada en la exportación de frutas tropicales desde Tuluá y su zona de influencia

En este capítulo se desarrollará una investigación sacando información de entes reconocidos como la cámara de comercio y la DANE y posteriormente se realiza una entrevista a expertos en la cadena de frío en procesos logísticos de las frutas. El estado de la cadena de frío en la

exportación de frutas tropicales desde Tuluá y su zona influencia se presenta múltiples comportamientos deficientes que compromete en la calidad organoléptica de los productos durante el proceso de logística, principalmente en la cosecha hasta el mercado internacional. En Valle del Cauca se cultivan múltiples frutales como lulo, mora, banano, maracuyá, piña, entre otras cuyas cuales requieren de condiciones específicas que ayudan a controlar la temperatura y la humedad para conservar sus características más significativas de cada fruta. Sin embargo, en la cadena de frío está un poco deficiente por la limitación de la infraestructura, el bajo nivel de importancia y conocimiento de los productores hace que esta tenga dificultades.

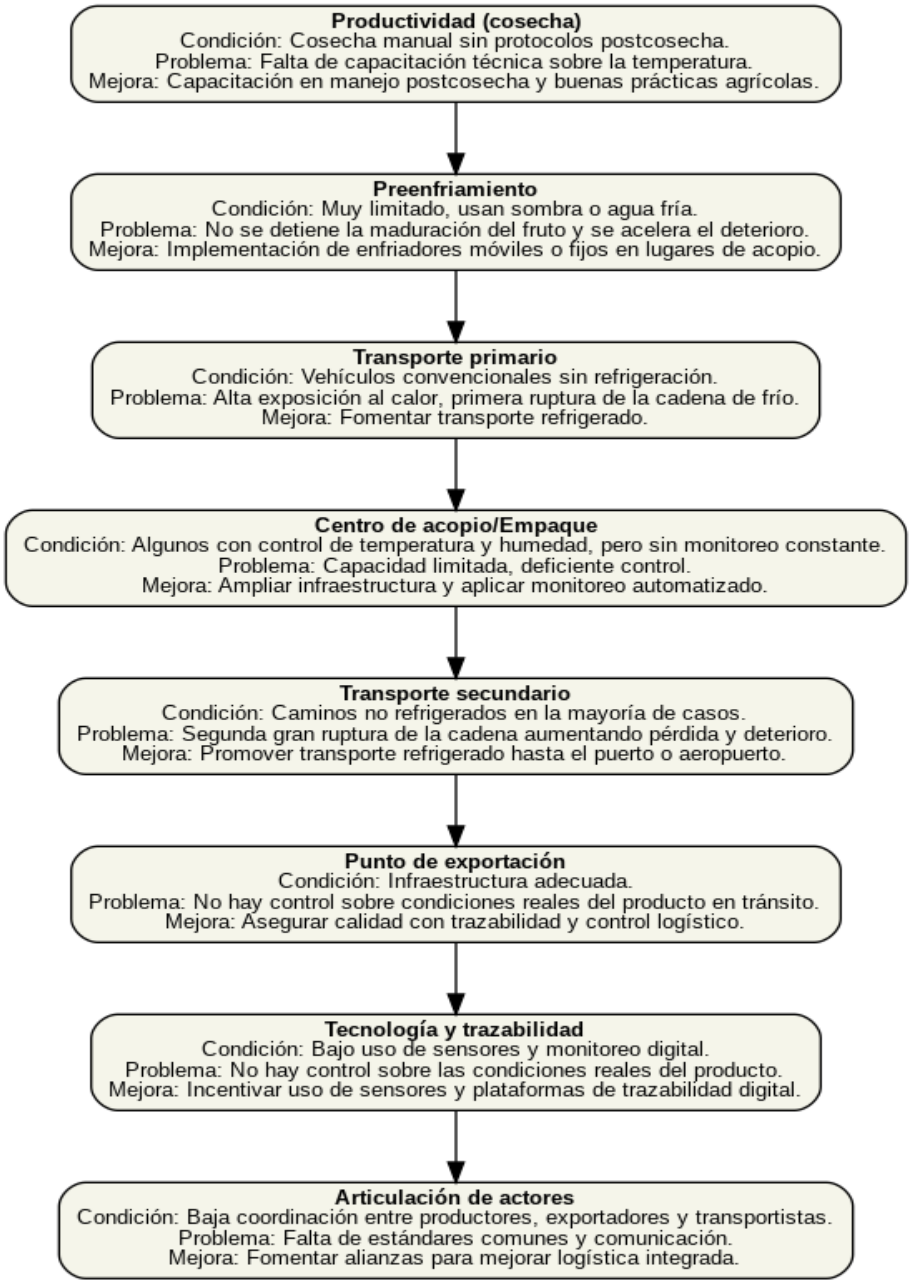
La mayoría de los cultivos pequeños y medianos son de productores que en si mayoría carecen de conocimiento técnico y herramientas adecuadas para los procesos de postcosecha, en la etapa de preenfriamiento y fundamental para detener la respiración de fruto y retrasar su maduración es hipotético en su campo, en los métodos de los empleados como la sombra o el uso del agua no siempre garantiza una temperatura ideal. En el transporte primordial que lleva el producto desde la finca al centro de acoplo algunos casos se realiza con vehículos convencionales sin el traslado correspondiente que son refrigerados lo que este implica la primera gran ruptura de la cadena de frío, aunque en algunos centros de acopio o transportadoras de Tuluá cuentan con cuartos frio, pero con una capacidad limitada y no siempre cuenta con monitoreo continuó de la temperatura. Luego del traslado hacia el puerto de Buenaventura o el aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón muchos exportadores siguen utilizando camiones sin refrigeración dando pérdida de la calidad del producto, en esta situación se denomina en altos niveles de pérdida de postcosecha teniendo una estimación entre el 20% y el 40%, debido al deterioro causado por la falta de control térmico lo que este aumenta el riesgo de rechazo de los lotes en el destino final. A pesar de los protocolos de exportación que existen algunos daños ocurridos durante el trayecto resultan irreversibles

además se evidencian grandes falencias en la trazabilidad del producto y el uso de tecnologías para el monitoreo y control de temperatura, como sensores o herramientas. La ausencia de protocolos estandarizados y de capacitación técnica limita la posibilidad de cumplir los requerimientos que exigen los mercados internacionales en términos de calidad y presentación de este.

Ilustración 7 Cadena de frio del lulo

El siguiente flujograma esta presenciado de forma más secuencial las etapas de la cadena de frío para el lulo como frutas hortofrutícolas a la hora de exportación, se identifica la condición actual que se permite visualizar los problemas y las oportunidades de mejora en cada eslabón que esta tiene y generar estrategias para el mejoramiento y garantizar la conservación de las características organolépticas de la fruta. Además, puede facilitar la toma de decisiones orientadas a los procesos en la optimización, reducción ya aumentar la competitividad en los mercados internacionales.

Ilustración 8 Diagnóstico del Estado Actual de la Cadena de Frío – Tuluá y Zona de Influencia



Nota. Elaboración propia

Ilustración 9 Actividades de la logística en la cadena de suministros inmediata

Nota. (Ballou, 2004) *Logística: Administración de la cadena de suministro*

6.3. Comparar las prácticas locales con estándares internacionales de manejo en frío para productos hortofrutícolas.

En este objetivo se realizará un cuadro comparativo de las prácticas locales frente estándares internacionales, para ello se busca trabajos de investigación para observar las prácticas locales además se buscó en Google académico, scopus, como también se tiene en cuenta las entrevistas que informaron sobre la cadena de frío en la práctica local.

Se realizó una matriz de competidores y por medio del mapeo buscar subpartidas arancelarias cuales son las importaciones y las exportaciones del lulo y compararlos entre tres primeros países más importan o exportan dicha fruta para dar comparación de la cadena de frío utilizada.

Tabla 3 Cuadro comparativo de práctica local y estándar principal

ASPECTO	PRÁCTICA LOCAL	ESTÁNDAR INTERNACIONAL	BRECHA PRINCIPAL	RECOMENDACIÓN PRÁCTICA
Subpartida arancelaria / clasificación	0810.90.90.20 ---Lulo (naranjilla) (Solanum quitoense)	Usar HS 081090 y variantes 0810909020/0810909090 para lulo	Inconsistencia en registros	Estandarizar partida arancelaria en registros de la muestra y anotar variaciones por país.
Preenfriamiento / tiempo hasta enfriar	Se da retrasos porque el preenfriamiento no es de manera inmediata, recolección, empaque, transporte y como consecuencia muchas	Se recomienda enfriar lo más pronto posible para reducir respiración de esta (1-2 horas si es posible)	Retraso en enfriamiento y pérdida de vida útil	Implementar una cadena de enfriamiento más eficaz

	cargas no pasan			
Temperatura óptima de conservación	Manejo variable en algunos casos se almacenan en cámaras de frío a temperaturas no controladas en empaques no óptimos	Mantener la temperatura más baja segura para cultivos sensibles al frío el rango puede llegar a estar entre 10-12ºC	Falta de control de la temperatura	Determinar mediante el test bibliográfico para empezar con cámaras de refrigera miento a 10-12ºC
Empaque	Empaque en polipropileno (bolsas/cajas)	Embalajes deben permitir ventilación, evitar daños mecánicos, higiene y trazabilidad	Uso de empaques que no siempre garantizan ventilación/atmósf era controlada	Revisar diseños de caja con ventilación estandarizando lotes y etiquetado para trazabilidad
Transporte (aéreo/marítimo, refrigeración)	Transporte insuficiente en las condiciones	Camiones refrigerados, contenedores reefer y monitoreo para que la	Pérdidas por la ruptura de la cadena de frío en el transporte	Implementar checklists en los envíos y dar prioridad al transporte

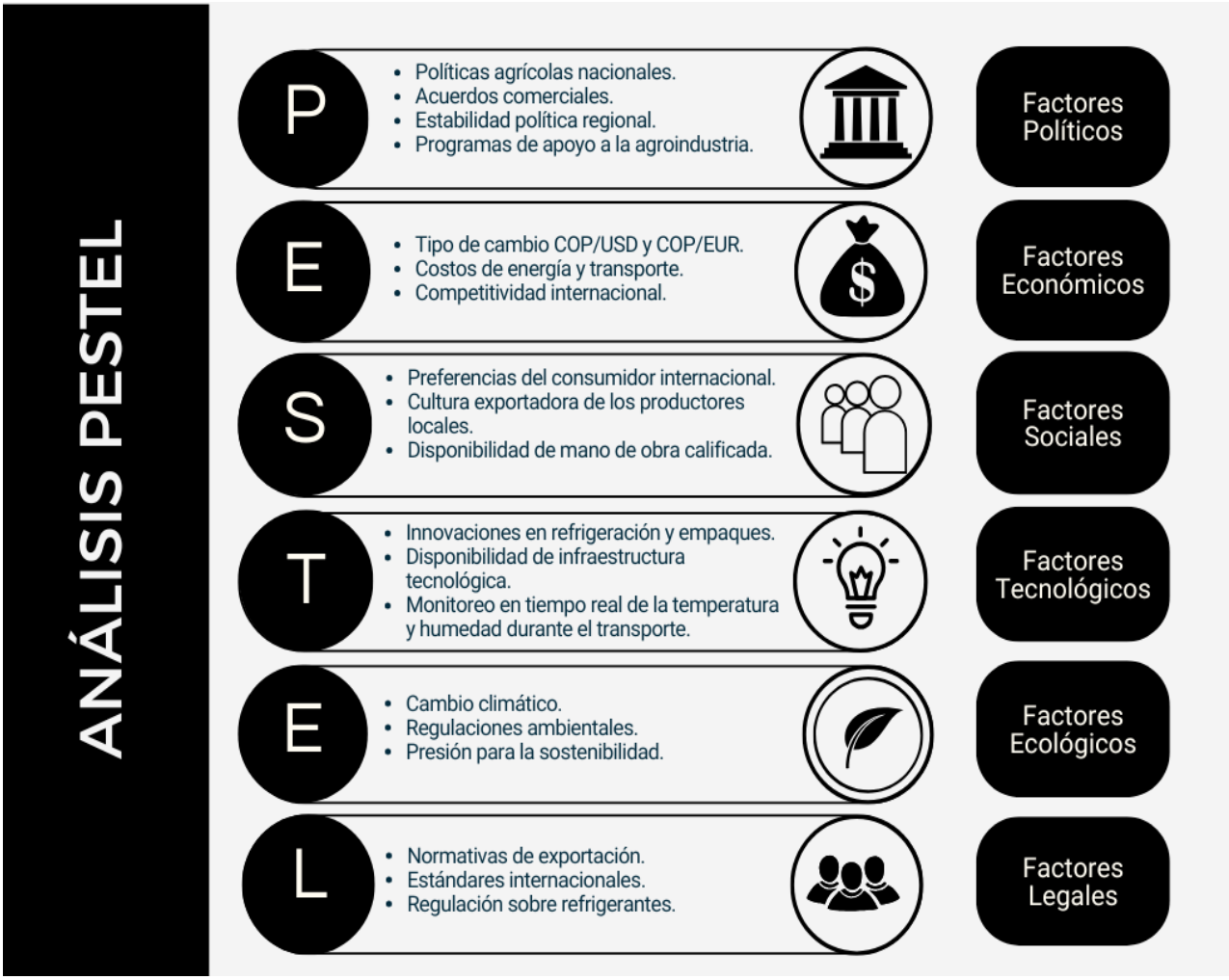
	óptimas del frío	temperatura sea continua		refrigerado para la exportación
Trazabilidad y registros	Registros limitados para micro y pequeñas empresas	Mantener documentos de tiempos y temperatura con una trazabilidad en cada operación	Falta de documentación estandarizada	Tener control en los tiempos desde el momento 1 para minimizar riesgos
Manipulación en planta (lavado, desinfección)	Lavan y empacan	Control de agua potable para enjuagues finales y buenas prácticas de higiene	Riesgos microbiológicos si el agua no es potable o no hay control	Establecer protocolo de lavado con agua potable y control de los químicos utilizados para esta
Vida útil y calidad organoléptica	Pérdidas organolépticas de las frutas por falta de preenfriamiento	Temperatura y el tiempo es controlado que aumenta la vida útil del lulo	Reduce la vida útil por el manejo inadecuado de la postcosecha	Implementar protocolos de preenfriamiento y almacenamiento para preservar las características organolépticas del lulo

Nota. Elaboración propia

El en cuadro comparativo se refleja cómo se maneja el lulo en la práctica local a los estándares y la práctica internacionales, en Colombia la mayoría de las veces no tiene un buen enfriamiento de las frutas de manera inmediata por eso la temperatura no se controla bien, los empaques no siempre dejan ventilar y el transporte interno no siempre es refrigerado, en cambio los organismos internacionales recomiendan enfriar rápidamente y mantener la fruta entre los 10º y 12º e indispensable utilizar empaques ventilados y llevar el registro de temperatura. Esa es la principal diferencia entre lo local y lo internacional.

El análisis PESTEL es una herramienta que permite identificar los factores externos que desarrolla la competitividad del sector productivo o actividad económica, En este caso se emplea las condiciones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que impactan en la cadena de frío en la exportación de las frutas. Al incluir estos elementos, es posible anticipar los riesgos y aprovechar las oportunidades para el fortalecimiento de los mercados internacionales, con este enfoque facilita la toma de decisiones orientadas al cumplimiento normativo y la sostenibilidad enfocada a los procesos logísticos y productivos.

Ilustración 10 Análisis PESTEL



Nota. Elaboración propia

6.3.1. Análisis de muestra por convencía tipo entrevista

La presenta entrevista hace parte del trabajo de grado titulado “Análisis de la optimización de la cadena de frío como factor estratégico para la competitividad internacional: caso lulo en la ciudad de Tuluá y su zona de influencia”, que esta pertenece a la facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables (FACAEC) con el propósito de recopilar información cualitativa que permita analizar las prácticas, las condiciones y estrategias aplicadas en la gestión en la cadena de frio del lulo a los mercados internacionales. A continuación, se dará un análisis de las respuestas para saber el factor común y la conclusión de esta con las personas que tienen experiencia de este tema.

1. ¿Trabaja principalmente con cuál(s) de estas frutas? (Marque todas las que apliquen)

a. Banano

b. Lulo

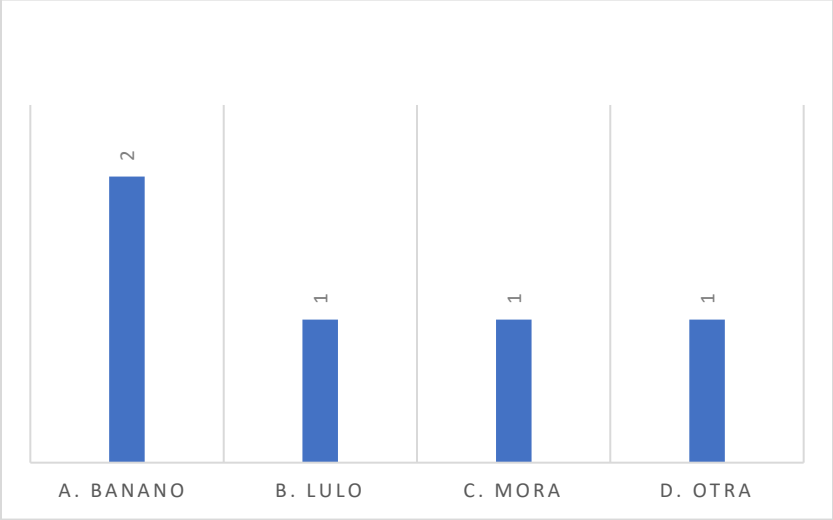
c. Mora

d. Otra (especifique)

La pregunta busca identificar las frutas exportadas principalmente de la persona permitiendo seleccionar entre el banano, lulo, mora u otra opción que presenta características organolépticas y niveles de sensibilidad distintos frente a la temperatura y la humedad. Es una pregunta cerrada de opción múltiple que mide una variable de categoría nominal y permite analizar la especialización o diversificación productiva ayudando a segmentar la muestra permitiendo

comparar las condiciones logísticas y de calidad entre los distintos cultivos estudiados en la zona de Tuluá y su área de influencia. A continuación, se muestra una gráfica que se presenta los datos previamente mencionados.

Figura 1 ¿Trabaja principalmente con cuál(s) de estas frutas?



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

El grafico se observa que el banano es la fruta más representativa con 2 menciones, mientras que lulo, mora, y otra registran 1 mención de cada una. Esto indica que el banano tiene una mayor participación en las actividades productivas o comerciales de los actores encuestados por su alta de manda y relevancia en los procesos de exportación, se sabe que en la región no se limita a un solo cultivo, sino que abarca varios productos hortofrutícolas.

2. Principales mercados destino (marque hasta 3):

a. Unión Europea

b. EE. UU.

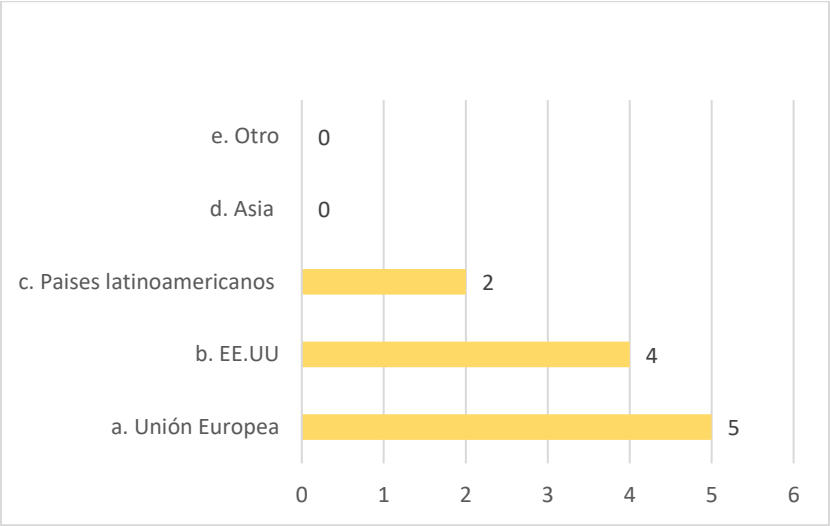
c. Países latinoamericanos

d. Asia

e. Otro (especifique)

Esta pregunta trata de identificar los mercados principales permitiendo seleccionar regiones claves como: unión europea, estado unidos, países latinoamericanos, Asia u otro mercado, con el propósito en la orientación comercial y la geografía de las exportaciones o ventas para analizar los requerimientos de cada una al momento de entrar dicha fruta al país.

Figura 2 Principales mercados destino



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

En el grafico se muestra los principales mercados de las frutas destacando que la unión europea es más relevante con 5 menciones, seguida de estados unidos con 4, países latinoamericanos con 2 y los que no se registraron menciones fueron Asia y otros destinos. Los resultados reflejan una

fuerte orientación comercial hacia mercados de alto valor, especialmente los europeos y norteamericanos que estos exigen estándares de alta calidad y manejo de la cadena de frio.

3. ¿Cuenta con cámaras/frigoríficos propios?

a. Sí

b. No

Esta pregunta ayuda a identificar si en la cadena de frio disponen de infraestructura propia de refrigeración o almacenamiento en frio, como cámaras de frio o frigoríficos paran determinar el nivel de capacidad para la conservación de frutas destinadas para una exportación. Esta información es clave para evaluar la eficiencia, continuidad y control de la temperatura dentro de la cadena de suministro, que ayuda identificar posibles limitaciones logísticos que afectan la calidad organoléptica del producto.

Figura 3 ¿Cuenta con cámaras/frigoríficos propios?

Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

En el grafico demuestra que no cuentan con cámaras o frigoríficos propios ya que el 100% de las repuestas corresponden a la opción “NO”. Este resultado evidencia una dependencia total de servicios externos de refrigeración, lo cual puede llevar a limitar las condiciones de temperatura y humedad durante el almacenamiento en la cadena de frio incrementando los riesgos de pérdida de calidad organoléptica y el deterioro del producto afectando la competitividad y cumplimiento de los estándares exigidos por los mercados internacionales.

4. ¿Dispone de transporte con control de temperatura?

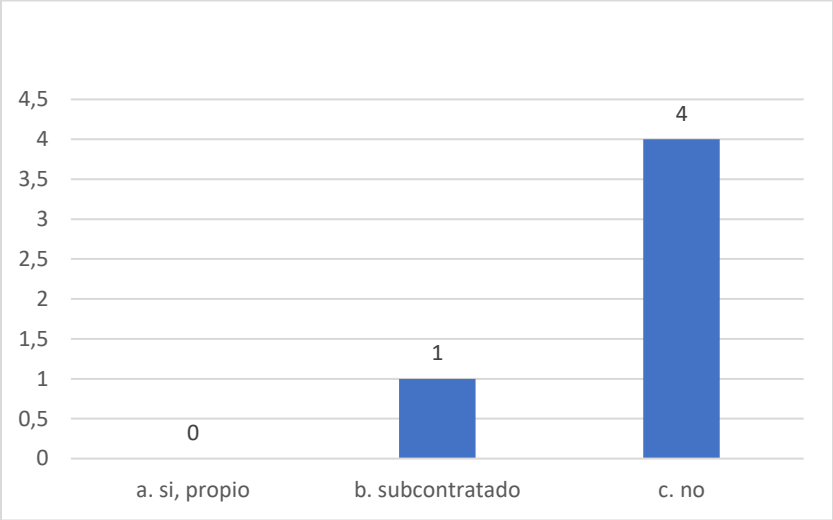
a. Sí → Propio

b. Sí → Subcontratado

c. No

Esta pregunta busca identificar si cuentan con transporte con control de temperatura y cual es la modalidad lo tienen si propios o subcontratados para evaluar el nivel de capacidad logística y control térmico durante el traslado de las frutas para mantener la calidad organoléptica del producto hasta su destino final.

Figura 4 ¿Dispone de transporte con control de temperatura?



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

En el grafico evidencia que la mayoría no dispone de transporte de control de temperatura con 4 respuestas “NO” mientras que solo un autor manifestó contar con este servicio de forma subcontratada y ninguno posee transporte propio esto refleja una carencia significativa en la logística que puede afectar la conservación de las frutas durante su traslado y aumentar el riesgo de pérdida de calidad y al momento de depender de terceros es posible que incremente los costos logísticos y estos aspectos de competitividad y eficiencia en la cadena de frio.

5. ¿Tiene registros de temperatura?

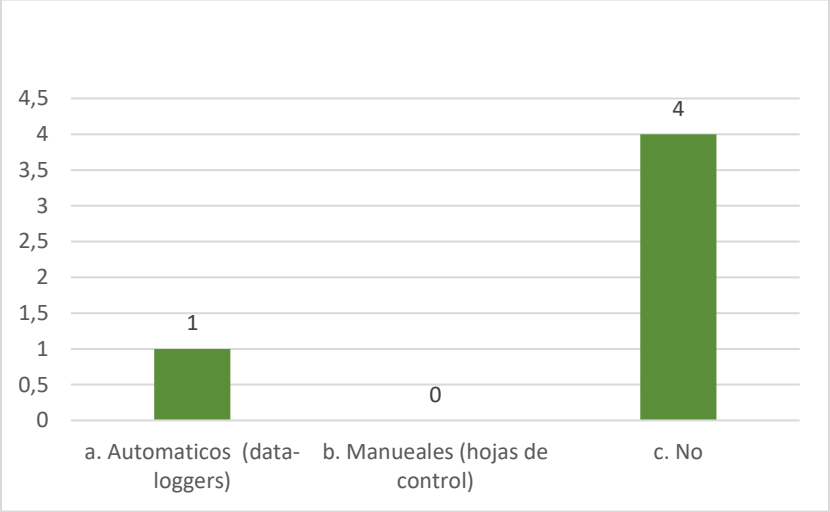
a. Automáticos (data-loggers)

b. Manuales (hojas de control)

c. No

Esta pregunta determina el registro de temperatura durante las etapas de almacenamiento o transporte y que método utilizan para hacerlo. El nivel de control y trazabilidad en la cadena de frio es un factor muy importante para garantizar la calidad de las frutas de exportación.

Figura 5 ¿Tiene registros de temperatura?



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

El gráfico demuestra que la mayoría no lleva registros de temperatura con 4 respuestas negativas, mientras que solo 1 actor utiliza registros automáticos y ninguno emplea controles manuales. Con este resultado se puede identificar una baja trazabilidad y dificultad en el control de calidad durante el almacenamiento o transporte que puede comprometer la vida útil y las propiedades organolépticas de las frutas.

6. ¿Realiza preenfriado/postcosecha?

a. Sí

b. No

Esta pregunta tiene como objetivo identificar los procesos de preenfriamiento o manejo de la postcosecha ya que las prácticas fundamentales dentro de la cadena de frío para preservar la calidad de las frutas permiten evaluar el nivel de aplicación de buenas prácticas agrícolas y logísticas en la etapa inicial del proceso exportador. Con los datos obtenidos pueden servir para diagnosticar fallas en la conservación del producto y orientar estrategias de mejoramiento en la eficiencia del manejo de la postcosecha.

Figura 6 ¿Realiza preenfriado/postcosecha?

Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

El gráfico muestra que el 100% no realiza procesos de preenfriamiento inicial después de la recolección. Este resultado refleja una debilidad crítica en la cadena de frío ya que es una parte esencial para reducir la temperatura interna de las frutas y retardar su deterioro. La falta de esta etapa puede dar pérdidas de firmeza, color y sabor unos de los factores claves en la calidad organolépticas del producto y su competitividad en mercados internacionales.

7. Tipo de embalaje:

a. Cajas de cartón ventiladas

b. Cajas plásticas

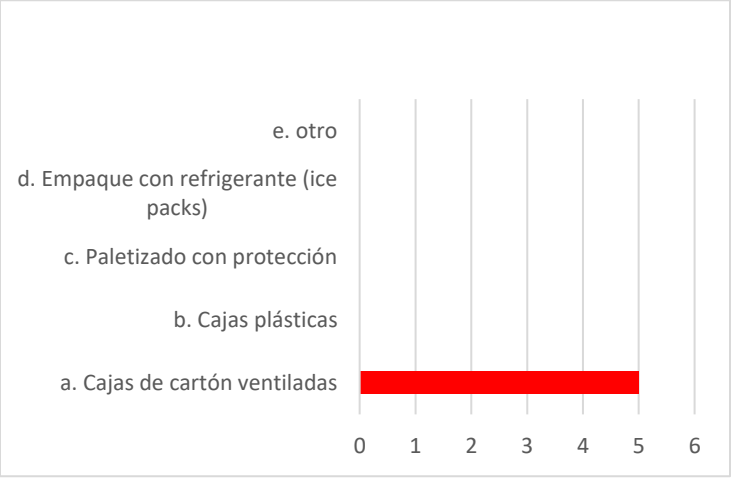
c. Paletizado con protección

d. Empaque con refrigerante (ice packs)

e. Otro

esta pregunta identifica el manejo y transporte de frutas dentro de la conservación del producto durante el proceso logístico, se puede implementar diferentes tipos de empaque de forma simultánea. Con la información obtenida permite analizar el grado del embalaje, así como su impacto organoléptico y en la eficiencia del transporte además ayuda a detectar prácticas inadecuadas o áreas de mejora en el acondicionamiento para la exportación de las frutas.

Figura 7 Tipo de embalaje



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

En el grafico se puede evidenciar que 5 actores utilizan cajas de cartón ventiladas como tipo de embalaje principal mientras ninguno emplea cajas plásticas, paletizado con protección, empaques con refrigerante ni otras alternativas. En este resultado indica una preferencia por los materiales ligeros, económicos y de fácil manejo por la ventilación del producto, pero con limitaciones en la capacidad de aislamiento térmico y resistencia a la humedad, el cartón refleja una baja diversidad de tecnologías en los sistemas de empaque lo que puede afectar la durabilidad y calidad de las frutas durante el transporte hacia los mercados internacionales.

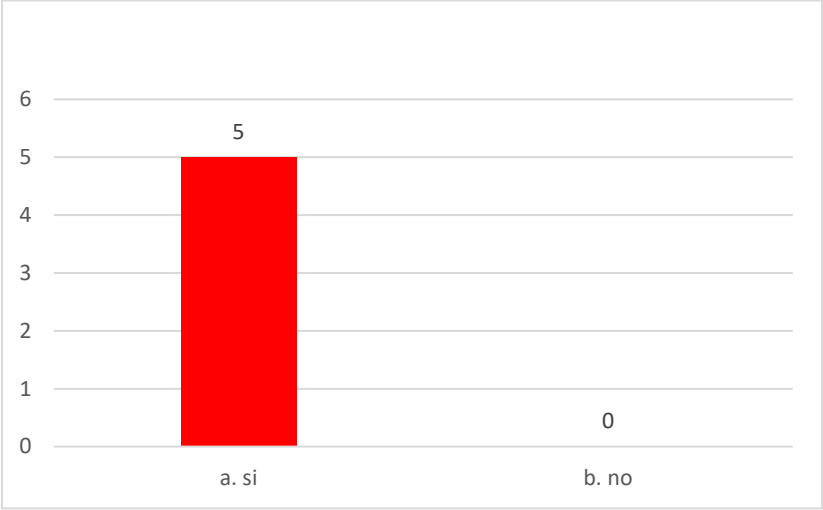
8. ¿Personal capacitado en cadena de frío?

a. Sí

b. No

Esta pregunta logra identificar si cuentan con personal capacitado en la gestión de la cadena de frio garantizando el cumplimiento de las buenas prácticas en manipulación, almacenamiento y transporte de frutas. Los resultados ayudan a identificar el grado de profesionalismo y formación, así como las necesidades de capacitación que podrán influir directamente en la conservación y en la calidad final del producto.

Figura 8 ¿Personal capacitado en cadena de frío?



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

El grafico demuestra un 100% cuenta con personal capacitado en cadena de frio, este resultado refleja un alto nivel de actores del sector, lo que representa una fortaleza para la gestión eficiente en la conservación y el transporte de frutas. La existencia de personal capacitado contribuye al cumplimiento de estándares de calidad y reduce perdidas postcosecha y mejora la competitividad en mercados internacionales, no obstante, debe complementarse con la disponibilidad de infraestructura adecuada para garantizar una cadena de frio realmente efectiva.

9. Principales barreras (marque hasta 3):

a. Falta de equipo

b. Costos de energía

c. Transporte inadecuado

d. Falta de capacitación

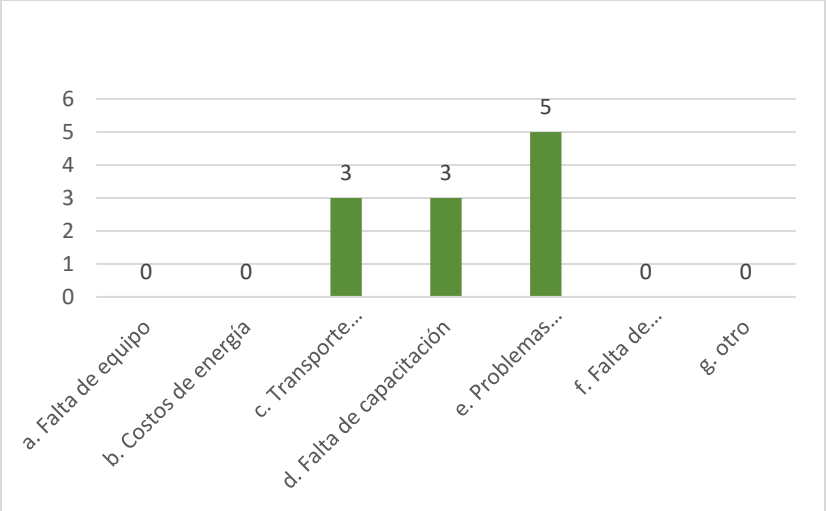
e. Problemas logísticos/atrasos en ruta

f. Falta de mantenimiento

g. Otro

Esta pregunta ayuda a identificar las barreras o limitaciones que enfrentan la cadena de frio, Su objetivo es reconocer los factores críticos que afectan la eficiencia del sistema, desde deficiencias en infraestructura hasta aspectos económicos o logísticos. Los resultados obtenidos permiten mejorar áreas orientadas en las estrategias de intervención técnica y diseñar políticas de apoyo que ayuden en la conservación organoléptica y la competitividad de frutas destinadas a exportación en Tuluá y su zona influencia.

Figura 9 Principales barreras



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

El gráfico muestra problemas logísticos y atrasos en tuta con 5 menciones seguido por transporte inadecuado y falta de capacitación ambas con 3 menciones. Estos resultados dan a entender que las limitaciones operativas y de coordinación logística son los mayores desafíos en la cadena de frío afectando la eficiencia del transporte y la conservación del producto. La falta de capacitación también tiene una participación primordial que necesita un fortalecimiento en competencias técnicas sabiendo que se cuenta con personal calificado.

10. Necesidades prioritarias (marque hasta 3):

a. Inversión en cámaras/vehículos

b. Capacitación técnica

c. Mejores proveedores logísticos

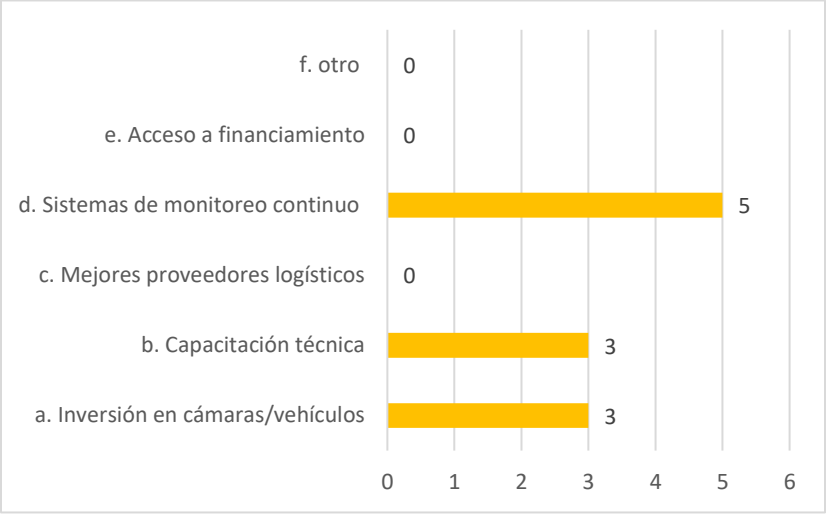
d. Sistemas de monitoreo continuo

e. Acceso a financiamiento

f. Otro

Esta pregunta identifica las necesidades prioritarias en la cadena de frío para mejorar los procesos de conservación, transporte y exportación de frutas que esta permite seleccionar hasta tres opciones para tener una perspectiva más amplia de las áreas con mayor demanda de fortalecimiento. Los resultados ayudarán a orientar políticas y decisiones empresariales enfocadas en la optimización en la calidad organoléptica del producto durante la cadena de suministro.

Figura 10 Necesidades prioritarias



Nota. Elaboración propia en base en los resultados de la entrevista.

En el gráfico se puede evidenciar que el sistema de monitoreo continuo tiene 5 menciones seguida de la inversión en cámaras o vehículos refrigerados y la capacidad técnica ambas con 3 menciones. Estos resultados reflejan que los actores reconocen la importancia del control térmico y la trazabilidad de la cadena de frío, así como el fortalecimiento de las capacidades humanas e infraestructura física para dar por seguro una excelente calidad y una buena competitividad de las frutas.

La entrevista aplica autores involucrados en la cadena como: Productores, exportadores, operadores logísticos (transporte, almacenaje, puerto) y funcionarios del ICA o INVIMA si es posible que dio un panorama general de las prácticas, capacidades y los desafíos que lleva el manejo postcosecha de las frutas. En cuanto al uso de los registros de temperatura la mayoría indicó implementar los registros automáticos o ya sea manuales para tener control sobre el grado térmico de esta, aunque se tiene en cuenta que se cuenta con limitaciones en la digitación de los

datos. Asimismo, la participación de preenfriamiento o actividades en la postcosecha refleja una conciencia sobre la importancia de conservar la calidad organoléptica del fruto.

Respecto al tipo de embalaje predomina el uso de cajas de cartón ventiladas lo que facilita la facilidad de ciertos puntos como el traslado, manejo, transpiración del fruto, aunque puede presentarse desventajas frente a los empaques plásticos o con refrigerantes que ayuda con el control de la temperatura. En cuanto al personal capacitado en la cadena de frío tienen un poco de fortaleza en esa parte, pero falta innovación por parte de ellos para el mejor rendimiento a la hora de la conservación del fruto.

Con las principales barreras la que fue más mencionada fue los problemas logísticos y atrasos en ruta, estos factores indica falta de conocimiento en este campo. Finalmente, las necesidades prioritarias se destacaron respuestas que reflejan el interés del sector para mejorar la trazabilidad y optimizar la infraestructura térmica para garantizar una cadena de frío más estable y eficiente.

En el estudio se evidencia que los productores y exportadores en Tuluá y sus alrededores reconocen la importancia del manejo térmico en la conservación del fruto, pero aún tienen brechas de equipamiento y logística, con la tecnología, inversión en infraestructura y la capacitación es un paso clave para asegurar la competitividad del lulo en los mercados internacionales.

6.4. Formular estrategias óptimas para la cadena de frío.

En la optimización de la cadena de frío en las frutas hortofrutícolas principalmente del lulo en `Tuluá y su zona influencia requiere un enfoque general debe tener en cuenta la tecnología, logística, personas e instituciones a partir del diagnóstico realizado se identifica muchas

falencias en la estructura, en las técnicas y en las operaciones que pueden llegar afectar en la conservación de la calidad organoléptica del producto, lo cual se refleja en los mercados internacionales. Por eso se formula estrategias que garantiza buena trazabilidad de estas para reducir perdida y ayuda en el mejoramiento en la eficiencia en la logística en todos los eslabones de la cadena de frío.

6.4.1. Modernización

Implementar innovaciones de tecnologías que ayuden a controlar y monitorear de manera continua las condiciones térmicas a lo largo del proceso teniendo en cuenta los sensores de temperatura y la humedad que son puntos clave para conservación y estas deberían tener un sistema digital para obtener los registros en tiempo real del producto desde la cosecha hasta la exportación. Con estas herramientas tecnológicas ayudan a la detección temprana en las fallas que pueden presentarse en la cadena ayudando a fortalecer la confianza en los mercados internacionales.

6.4.2. Fortalecimiento en la infraestructura

Creación de centros de acopio con cuartos fríos en puntos claves de uso cooperativo, así como la adquisición de vehículos refrigerados para tener un control sobre la cadena. Esta estrategia puede generar alianzas públicas y privadas con programas que tenemos en el país que garanticen la continuidad en la cadena de frío para disminuir los tiempos inadecuados de las temperaturas.

6.4.3. Innovación en el sistema de empaque

Sustituir los empaques tradicionales de cartón por materiales biodegradables con ventilación controlada que permita mantener un flujo de aire y reduzca la maduración interna, implementando tecnologías que conserven sus características organolépticas como sabor, textura y aroma con códigos QR o sistemas de trazabilidad que informen sobre el recorrido, temperatura y fecha de recolección para tener transparencia en el comercio internacional.

6.4.4. Investigación y desarrollo

Promover en universidades, centro de innovación y entidades académicas desarrollar tecnologías que se puedan adaptar al clima vallecaucano incluyendo estudios sobre estrategias optimas sobre la temperatura optima de las frutas especialmente del lulo, utilizando empaques y tecnologías innovadoras para la conservación de esta para mantener la calidad organoléptica del producto.

6.4.5. Financiamiento sostenible

Diseñar programas de crédito para el mejoramiento en la infraestructura de frio con tasas preferenciales y dar acompañamiento para facilitar la compra de nuevos equipos de refrigeración, sensores, tecnología, vehículos sin afectar la estabilidad económica de los pequeños productores.

7. CONCLUSIONES

En la investigación permitió evidenciar que la cadena de frio en la exportación de frutas hortofrutícolas, especialmente del lulo en su zona influencia presenta falencias estructurales, tecnológicas y logísticas que limitan la competitividad internacional a través del análisis cualitativo y cuantitativo comprobó que la mayoría de los productores y exportadores no cuentan con infraestructura de refrigeración propia, sistemas de transporte con control de temperatura ni registros continuo de monitoreo, lo cual afecta directamente la conservación de las características organolépticas de la fruta. Estos resultados confirman la hipótesis inicial sobre el manejo de la cadena de frio que contiene una ineficiencia de esta y como resultado da la perdida de la calidad del producto en los procesos de exportación.

Se determino que las practicas locales son muy diferentes que las internacionales, mientras otros países realizan procesos de tener una mejor eficiencia aquí predomina métodos tradicionales sin protocolos estandarizados ni control preciso de temperatura. La brecha en tecnología y de conocimiento reduce la vida útil e incrementa los rechazos en los mercados internacionales.

Finalmente se concluye la importancia de fortalecer la cadena de frio del lulo ya que no es una necesidad técnica, sino una estrategia de desarrollo en ,a modernización de los sistemas de refrigeración con el uso de tecnologías digitales para tener la trazabilidad y creación de alianzas que permitan reducir perdidas y mejorar la reputación de los productos vallecaucanos y consolidar al municipio y su zona de influencia como referente agroexportador en el mercado internacional de tal modo la cadena de frio se convierte en un factor de crecimiento sostenible en el sector colombiano.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda en la modernización de la infraestructura de refrigeración en los diferentes eslabones de la cadena de suministro mediante la creación de centros de acopio regionales teniendo cuartos de frio y equipos de monitoreo automático. En los municipios articulado con el ministerio de agricultura, el SENA, universidades y las cámaras de comercio pueden liderar proyectos cooperativos que permitan a los pequeños y medianos productores acceder a las tecnologías de conservación sin incurrir en costos altos. Estas iniciativas pueden incluir programas de financiamiento sostenible con tasas preferenciales y asistencia técnica para la compra, mantenimiento y operación de sistemas de refrigeración.

Priorizar los protocolos de preenfriamiento y trazabilidad basados en estándares internacionales que los productores y exportadores deben incorporar sensores térmicos, empaques ventilados y transporte refrigerado en toda la cadena logística garantizando la continuidad del control de temperatura desde la cosecha hasta el destino final. además, se pueden adoptar sistemas de registro digital como códigos QR que permitan documentar cada etapa del proceso y fortalecer la confianza del comprador internacional en la calidad del producto colombiano.

Se recomienda que las universidades y centros de investigación del Valle del Cauca continuar con el desarrollando estudios sobre las condiciones óptimas de conservación del lulo y otras frutas tropicales adoptando las tecnologías con las condiciones climáticas y productoras de la región.

BIBLIOGRAFÍA

(S.f.). Obtenido de https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/desarrollo%20empresarial/hortofruticola.pdf

(s.f.). Obtenido de https://www.ecoembesthecircularcampus.com/propiedades-organolepticas/

Agronegocios. (2015, 9 jul.). Europa, corea y japón, los destinos de exportación del lulo colombiano. Recuperado de https://www.agronegocios.co/agricultura/europa-corea-y-japon-los-destinos-de-exportacion-del-lulo-colombiano-2621303

Aldana, a. S., longas, f. F., lozano, j. G., & bonilla, m. L. (s.f.) (2014, jul.). Obtenido de https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Manual%20Actualizacion%20Tecnologica%20y%20BPA%20Cultivo%20de%20Aguacate2_0.pdf

Analdex. (2023, abril 20). Informe de las exportaciones colombianas de frutas 2022. Recuperado de https://www.analdex.org/wp-content/uploads/2023/04/informe-de-exportaciones-de-fruta-2022.pdf#page=3.76

Codex alimentarius. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/

Fao (2022). Manual de logística para la cadena de frío de alimentos perecederos. Obtenido de https://openknowledge.fao.org/home

Fda – fsma. Obtenido de https://www.fda.gov/food/guidance-regulation-food-and-dietary-supplements/food-safety-modernization-act-fsma

Giraldo, c. D. (s.f.). Obtenido de https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/ef693b84-86c2-4cf3-946d-5b34d832d64d/content#page=8.22

Guerrero, B. B., & Calero, G. S. (s.f.). Obtenido de https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-estrategica-organizacio/article/view/2474/2576

ICA. Normativa fitosanitaria para exportación. Obtenido de https://www.ica.gov.co/

INVIMA. Reglamentación sanitaria. Obtenido de https://www.invima.gov.co/

Jaramillo Cruz, C. A., Durán Peralta, J., & Rosero Giraldo, J. M. (2020). Aspectos generales del sector de las frutas frescas en el Valle del Cauca. En Plan estratégico y prospectivo del sector de frutas frescas en el Valle del Cauca 2033. Universidad del Valle. Recuperado de https://libros.univalle.edu.co/index.php/programaeditorial/catalog/download/684/479/3042?Inline=1#:~:text=Con%20respecto%20a%20la%20producci%C3%b3n%20de%20frutas%2C,en%20tercer%20lugar%20940%20toneladas%20de%20mora.&text=En%20Buenaventura%20lo%20que%20m%C

Villegas, H., Pérez, E. A., & Fernando. (1992). Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12324/31330.

Bernad, J. (2025, 8 febrero). Conservación frigorífica de frutas y hortalizas: ¿Por qué es importante para nuestra salud? JOSÉ BERNAD S.L. Obtenido de https://www.josebernad.com/conservacion-frigorifica-de-frutas-hortalizas/