



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**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**

**LAURA MILENA EGEA HERNÁNDEZ**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Sistemas e Industrial  
Bogotá, Colombia

2015



**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**

**LAURA MILENA EGEE HERNÁNDEZ**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería Industrial**

Director (a):

D.Sc. Héctor Cifuentes Aya

Línea de Investigación:

Productividad Industrial

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación en Productividad, Competitividad y Calidad

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2015



*A mi mami por la formación, orientación y apoyo que me ha brindado en todas las etapas de mi vida. Es mi pilar y ejemplo de vida, compromiso y perseverancia. A mi esposo que me ayudo a culminar este proyecto con éxito.*



## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional de Colombia, nuestra Alma Mater, que me ha permitido crecer académica, profesional y personalmente.

Especialmente agradezco al Ingeniero Héctor Cifuentes Aya, por su compromiso, paciencia y apoyo incondicional y principalmente por su valiosa dirección, disposición y orientación en desarrollo de este importante proyecto de investigación, que me permitió integrar el conocimiento adquirido durante mi pregrado y posgrado para aportar soluciones a la agricultura colombiana de productos perecederos a partir de la integración con soluciones tecnológicas.

A mis compañeros Carlos Alberto Contreras y Diego Hernando Flórez que me brindaron su apoyo en el desarrollo del proyecto y con quienes pude intercambiar conocimientos útiles con el fin de alcanzar un logro más a nivel profesional y personal.

Agradezco a la asociación de productores de mora de San Bernardo quienes me permitieron conocer de cerca el cultivo de la mora de castilla y sus procesos de recolección y acopio, que me permitieron conocer la dinámica del cultivo y los procesos a lo largo de la cadena productiva.



## Resumen

El sector hortofrutícola en los países en desarrollo, se enfrenta a una serie de desafíos para garantizar la calidad y competitividad de sus productos, principalmente debido a la inadecuada manipulación en las diferentes etapas de la cosecha y poscosecha generando pérdidas de productos que pueden llegar al 70%, los cuales en su mayoría se ven reflejados en el flujo de caja de productor, quien pierde entre el 30% y el 55% de sus costos de producción. El uso de la cadena de frío es una de las estrategias que garantiza la inocuidad y las características organolépticas de los alimentos, así como una conservación adecuada del producto lo cual puede minimizar las pérdidas en un alto porcentaje, sin embargo su uso en el sector es bajo, por desconocimiento, baja oferta de tecnología o altos costos. No obstante existen una serie de acciones enmarcadas en el uso de productos que conserven la temperatura en las etapas de recolección, y de la implementación de buenas prácticas, las cuales requieren de una inversión inicial estimada en el 1% de los costos actuales de producción, la cual disminuye las pérdidas hasta un 30%.

**Palabras clave:** cadenas productivas, cadena de frío, *Rubus glaucus benth*, *Solanum phureja*, productividad, competitividad.

## Abstract

The horticultural sector in developing countries, is facing a lot of challenges to ensure the quality and competitiveness of their products, mainly due to improper handling at different stages of harvest and post-harvest loss making products that can reach 70 %, the majority of which are reflected in the cash flow producer, who lost between 30% and 55% of their production costs. The use of the cold chain is one strategy that guarantees the safety and

the organoleptic characteristics of the food, and adequate preservation of the product, which can minimize losses in a high percentage, but its use in the sector is under, through ignorance, low supply of technology or high costs. However, there are a number of actions under the use of products that conserve temperature in the stages of collection, and the implementation of best practices, which require an estimated 1% of current production costs initial investment, which decreases the losses up to 30%.

**Keywords:** *productive chains, cold chain, Rubus glaucus benth, Solanum phureja, productivity, competitiveness.*

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XV</b>
<b>Lista de abreviaturas.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Cadenas productivas .....</b>	<b>5</b>
1.1 Cadenas productivas en Colombia .....	9
1.2 Cadena productiva hortofrutícola .....	13
1.3 Caracterización de la cadena productiva de la mora de castilla .....	22
1.3.1 Diagramación de la cadena productiva de la mora de castilla .....	25
1.3.2 Indicadores de la cadena productiva de la mora de castilla.....	34
1.4 Caracterización de la cadena productiva de la papa criolla.....	41
1.4.1 Diagramación de la cadena de la papa criolla .....	43
1.4.2 Indicadores de la cadena productiva de la papa criolla .....	47
<b>2. Cadena de frío .....</b>	<b>55</b>
2.1 Modelos de la cadena de frío.....	59
2.1.1 Modelos con tecnología RFID .....	60
2.1.2 Modelos de cadena de frío con uso de otras tecnologías.....	66
2.2 Cadena de frío y su integración con la cadena productiva de la mora de castilla .....	75
2.2.1 Identificación de las necesidades de sistemas de frío en la cadena productiva de la mora de castilla .....	76
2.2.2 Propuesta de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla .....	82
2.3 Cadena de frío y su integración con la cadena productiva de la papa criolla .....	89
2.3.1 Identificación de las necesidades de sistemas de frío en la cadena productiva de la papa criolla.....	89
2.3.2 Propuesta de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la papa criolla .....	91

<b>3. Diagnóstico tecnológico de la cadena de frío en Colombia .....</b>	<b>93</b>
3.1 Caracterización de la oferta en tecnología de cadenas de frío para el sector hortofrutícola.....	93
3.1.1 Capacidad instalada para almacenamiento en frío .....	94
3.1.2 Empresas para la cadena de frío .....	97
3.1.3 Importaciones de bienes, insumos y equipos relacionados con la cadena de frío.....	104
3.2 Caracterización organizacional que fomente el uso de la cadena de frío ....	107
3.3 Evaluación económica de las pérdidas de producto frente a la adquisición de los equipos requeridos.....	112
<b>4. Propuesta de mejora de productividad y competitividad a partir del uso de la cadena de frío.....</b>	<b>119</b>
<b>5. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>133</b>
5.1 Conclusiones.....	133
5.2 Recomendaciones.....	135
<b>A. Recolección de información en el Municipio de San Bernardo Cundinamarca.....</b>	<b>137</b>
<b>B. Anexo: Valoración del Impacto y pertinencia de los modelos de frío.....</b>	<b>143</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>157</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1-1. Diamante de Porter .....	7
Figura 1-2. Esquema de una cadena productiva .....	11
Figura 1-3. Modelo general de una cadena productiva agrícola .....	11
Figura 1-4. Modelo de la cadena productiva hortofrutícola por productos terminados. ...	18
Figura 1-5. Modelo estándar de la cadena productiva. ....	21
Figura 1-6. Actividades y requerimientos en cosecha.....	27
Figura 1-7 Principal forma de exhibición de la mora en el mercado local.....	31
Figura 1-8. Exhibición de la mora de Castilla en Surtifruver de la sabana. ....	32
Figura 1-9. Modelo de la cadena productiva de la mora de castilla en Colombia.....	33
Figura 1-10. Área, producción y rendimientos de la mora de castilla a nivel nacional para los años 2001 a 2013.....	35
Figura 1-11. Porcentajes de participación por departamentos en producción y área destinada a la producción de mora durante el 2013 .....	36
Figura 1-12. Producción, área destinada a la producción y rendimientos de mora de castilla por departamento en el año 2013.....	37
Figura 1-13. Exportaciones nacionales de mora de 2007 a 2010. ....	39
Figura 1-14. Distribución de las variedades de papa sembradas en Colombia .....	42
Figura 1-15 Esquema de la cadena Productiva de la papa criolla .....	44
Figura 1-16. Área sembrada y rendimiento a nivel nacional para la papa durante los años 2006 a 2014. ....	48
Figura 1-17. Precios pagados al productor de Papa Criolla ( <i>Solanum phureja</i> ) sin lavar en Corabastos.....	51
Figura 1-18. Exportaciones nacionales de Papa fresca y procesada 2002-2011 .....	52
Figura 2-1. Enfoque Euleriano .....	61
Figura 2-2. Enfoque Lagrangiano .....	62
Figura 2-3. Monitoreo RFID .....	63

Figura 2-4. Integración de la tecnología RFID a la cadena de frío para productos alimenticios.....	66
Figura 2-5. Estructura de cadena de frío por trazabilidad.....	67
Figura 2-6. Articulación de base de datos.....	67
Figura 2-7. Esquema de factores para la cadena de alimentos.....	72
Figura 2-8. Relación entre nivel de producción y pérdidas de la Cadena Productiva en alimentos.....	77
Figura 2-9. Valoración de impacto y pertinencia de los modelos de cadena de frío frente a la cadena productiva de la mora de castilla.....	82
Figura 2-10. Integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla.....	84
Figura 2-11. Parámetros utilizados en la industria según producto procesado.....	90
Figura 2-12. Integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la papa criolla.....	92
Figura 3-1. Capacidad de almacenamiento en frío per cápita (m <sup>3</sup> ).....	96
Figura 3-2. Importaciones de la partida 84.15 y 84.18.....	105
Figura 3-3. Países de origen de las importaciones de productos de las partidas 84.15 y 84.18.....	106
Figura 3-4. Comparación porcentual entorno internacional.....	111
Figura 3-5. Dinámica de publicaciones internacionales en cadena de frío.....	113
Figura 3-6. Dinámica de publicaciones por país en cadena de frío.....	113
Figura 3-7. Dinámica de publicaciones por área temática.....	114
Figura 3-8. Dinámica de publicaciones en el área de ciencias biológicas y agrícolas....	115
Figura 3-9. Dinámica de publicaciones por país en cadena de frío en el área de ciencias agrícolas y biológicas.....	115
Figura 4-1. Crecimiento de las importaciones de los países. Producto: 0810120 frambuesas, zarzamoras, moras y moras-frambuesas, fresca.....	130

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1-1. Área cosechada, producción y rendimiento de hortalizas en Colombia. ....	14
Tabla 1-2. Área, producción y rendimiento por cultivo en hortalizas para los años 2012 y 2013 en Colombia. ....	14
Tabla 1-3. Área, producción y rendimiento de frutales en Colombia. ....	15
Tabla 1-4. Área, producción y rendimiento por cultivo en frutales para 2012 y 2013 en Colombia. ....	16
Tabla 1-5. Constitución de la cadena productiva hortofrutícola.....	19
Tabla 1-6. Coordinador y Secretario Técnico de la Cadena Productiva de la Mora de Castilla en el MADR. ....	24
Tabla 1-7. Criterios de Calidad en el eslabón de productores.....	29
Tabla 1-8. Precio mayorista semanal de la mora de castilla por kilogramo. Semana del 4 al 10 de julio de 2015. ....	37
Tabla 1-9. Empleos directos e indirectos generados por el cultivo de la mora. ....	40
Tabla 1-10. Costos de producción de mora. ....	41
Tabla 1-11. Principales empresas transformadoras de papa criolla en Colombia. ....	45
Tabla 1-12. Producción de papa por Departamentos.....	49
Tabla 1-13. Indicadores Básicos Cultivo de Papa Criolla en Colombia 2002- 2013.....	50
Tabla 1-14 Costo promedio producción por Hectáreas de papa criolla sin lavar 2011....	53
Tabla 2-1. Modelo de aproximación estática. ....	61
Tabla 2-2. Modelo de aproximación dinámica. ....	61
Tabla 2-3. Monitoreo de la cadena de frío para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente. ....	62
Tabla 2-4. Trazabilidad de productos por RFID con <i>Tags</i> inteligentes.....	64
Tabla 2-5. RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva. ....	65
Tabla 2-6. Trazabilidad por unidades productivas ....	67
Tabla 2-7. Sistema de Seguridad para la cadena de frío. ....	67
Tabla 2-8. Componentes para el sistema de seguridad de la cadena de frío.....	68

Tabla 2-9. Integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío.....	69
Tabla 2-10. Logística de la cadena de frío basado en enfoque justo a tiempo (JIT) .....	70
Tabla 2-11. Distribución directa y por nodos. ....	71
Tabla 2-12. Distribución por nodos y multi-temperaturas. ....	73
Tabla 2-13. Procesos y métodos de cadena de frío para implementar en los eslabones de la cadena productiva.....	78
Tabla 2-14. PCC para los eslabones de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla.....	85
Tabla 2-15. Equipo requeridos por eslabón.....	86
Tabla 2-16. Equipo requeridos por eslabón.....	91
Tabla 3-1. Áreas de almacenamiento refrigerado en los principales países. ....	94
Tabla 3-2. Unidades de toma corrientes al servicio de los contenedores refrigerados. ...	96
Tabla 3-3. Empresas productoras neveras portátiles y geles refrigerantes .....	98
Tabla 3-4. Empresas para construcción y montaje de cuartos de refrigeración.....	99
Tabla 3-5. Empresas productores de neveras industriales y comerciales .....	101
Tabla 3-6. Empresas de servicios de almacenamiento y transporte refrigerado.....	101
Tabla 3-7. Comparación entorno institucional internacional por países participantes. ...	110
Tabla 3-8. Estructura de costos cultivo de la Mora.....	116
Tabla 3-9. Cuantificación perdida Caso 1. Costos de producción Valle.....	118
Tabla 3-10. Cuantificación perdida Caso 2 Costos de producción MADR. ....	118
Tabla 4-1: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío a nivel micro...	120
Tabla 4-2: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío a nivel meso...	120
Tabla 4-3: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío bajo un enfoque sistémico nivel micro, meso y macro.....	121
Tabla 4-4. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de buenas prácticas bajo un enfoque sistémico (micro, meso y macro).....	122
Tabla 4-5. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de infraestructura bajo un enfoque sistémico (micro, meso y macro).....	122
Tabla 4-6. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de asociatividad bajo un enfoque sistémico niveles meso y macro. ....	123
Tabla 4-7. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de políticas bajo un enfoque sistémico nivel macro.....	124
Tabla 4-8. Caso exitoso de la India para fomento de cadenas de frío. ....	125

---

Tabla 4-9. Paquete tecnológico para el pequeño productor.....	128
Tabla 4-10. Costos de producción con la implementación del paquete tecnológico.....	128
Tabla 4-11. Mejora con la adopción del paquete tecnológico. ....	129

## Lista de abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<b>ANDI</b>	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
<b>ASOHOFRUCOL</b>	Asociación Hortofrutícola de Colombia
<b>BP</b>	Buenas Prácticas
<b>BPA</b>	Buenas Prácticas Agrícolas
<b>BPAM</b>	Buenas Prácticas de Almacenamiento
<b>BPD</b>	Buenas Prácticas de Distribución
<b>BPH</b>	Buenas Prácticas de Higiene
<b>BPL</b>	Buenas Prácticas de Laboratorio
<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura
<b>BPMC</b>	Buenas Prácticas de Mantenimiento en Casa
<b>BPT</b>	Buenas Prácticas de Transporte
<b>CCI</b>	Corporación Colombia Internacional
<b>CORPOICA</b>	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis & Critical Control Points
<b>ICA</b>	Instituto Colombiano Agropecuario
<b>ISO</b>	International Standards Office
<b>JIT</b>	Just in Time
<b>MADR</b>	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
<b>MAVDT</b>	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
<b>MCIT</b>	Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

---

<b>NTC</b>	Normas Técnicas Colombianas
<b>ONUFI</b>	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
<b>PCC</b>	Puntos Críticos de Control
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>SENA</b>	Servicio Nacional de Aprendizaje
<b>SF</b>	Sin fecha
<b>TAG</b>	Sistema para identificar con tecnología RFID.
<b>UNAL</b>	Universidad Nacional de Colombia
<b>USDA</b>	Departamento de Agricultura de Estados Unidos



# Introducción

Las dinámicas mundiales actuales de producción y comercialización de todo tipo de productos, especialmente los agrícolas, se enfrentan a un ambiente altamente competitivo, en el cual se compite en mercados internacionales con productos de alto valor agregado y certificados por organizaciones internacionales. Es necesario entonces dar mayor valor agregado a los productos y procesos agrícolas que permita no solo continuar en el mercado nacional y acceder a mercados de exportación, si no que adicionalmente justifique comercializar a mayor precio, con atributos de calidad positivos, posicionamiento en nuevos nichos de mercado y consecuentemente mejores ingresos al país y a su comunidad campesina reflejado en mejor calidad de vida.

El objetivo de la presente investigación es establecer estrategias que permitan incrementar la productividad y la competitividad en cadenas hortofrutícolas de mora de castilla y papa criolla a partir de la evaluación tecnológica de la cadena de frío.

En el capítulo 1 se evidencia en primer lugar la evolución del concepto de cadenas productivas a nivel internacional y nacional, profundizando posteriormente en las cadenas hortofrutícolas en Colombia y finalizando con el diagnóstico de la cadena productiva de la mora de castilla y de la papa criolla, presentando un diagrama de eslabones y segmentos para cada una, con el respectivo análisis de indicadores y estadísticas de desempeño de las cadenas como área cultivada, producción, rendimientos, los principales departamentos productores, costos de producción, exportación entre otros.

En el capítulo 2 se presenta la cadena de frío definida como la sucesión de procesos de producción, almacenaje, distribución, embalajes, transporte, carga y descarga, venta directa con temperatura y humedad relativa controlada, desde el momento inicial de la producción hasta el consumidor final (PROCOLOMBIA, 2014). La cadena de frío permite la conservación de los productos hortofrutícolas, evitando y/o disminuyendo las pérdidas

de producto. A nivel mundial, el manejo post cosecha de frutas y hortalizas se ve fuertemente influenciado por la implementación de insumos tecnológicos y no tecnológicos, con el objetivo de incrementar la vida útil de los productos y así disminuir los volúmenes de pérdidas que se presentan y que para el caso colombiano, puede superar el 50% de la producción (Méndez, 2007).

En el capítulo 3 se presenta la situación actual de la cadena de frío en el sector hortofrutícola, identificando las capacidades tecnológicas existentes, los actores oferentes de tecnología y el entorno de la cadena de frío respecto a los líderes mundiales. Se aborda la situación actual a partir de los diagnósticos previos realizados por *Global Cold Chain Alliance* – GCCA- y PROCOLOMBIA, lo cual se complementó con la búsqueda en directorios industriales para determinar las ofertantes de tecnología de frío en las principales etapas de la producción de frutas y hortalizas. Se compara la capacidad de almacenamiento de productos perecederos con países de la región y países líderes mundiales. Se presenta un inventario de las principales empresas nacionales con los productos ofrecidos para la cadena de frío y un balance de las importaciones en equipos relacionados con la refrigeración en el país en los últimos años. Finalizando se realiza un análisis del entorno organizacional y normativo en el que se desenvuelve la cadena y se presenta una serie de retos y oportunidades de la cadena de frío en Colombia.

En el capítulo 4 se presenta una propuesta de mejora de competitividad basada en el enfoque sistémico definido por (Esser, Hillebrand, Messner, & Meyer-Stamer, 1996) el cual se considera un modelo holístico que combina aportes de diferentes disciplinas. Esta propuesta incluye la definición de estrategias a niveles meta, macro, meso y micro para incrementar la productividad y la competitividad en cadenas hortofrutícolas de mora de castilla y papa criolla a partir de la evaluación tecnológica de la cadena de frío y su mejoramiento. En lo cual es fundamental desarrollar un entorno eficiente para la cadena de frío fundamento en la asociatividad y articulación entre los actores involucrados.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones para la implementación de la integración de la cadena de frío con la cadena productiva hortofrutícola. Para lo cual es importante tener un plan que cuente con acciones a corto, mediano y largo plazo, de evaluación de las necesidades puntuales de mejoramiento en procesos, tecnologías y

estrategias, frente a los índices de productividad y competitividad, para el acceso a mercados cada vez más exigentes.



# 1. Cadenas productivas

La evolución del concepto de cadena productiva surge con el enfoque de (Coase, 1937) quien planteó la visión de la empresa como un nexo de contratos, en la cual existen acuerdos o mecanismos de interacción tales como las alianzas estratégicas, las franquicias, la subcontratación, entre otros, siguiendo como principio básico la coordinación. Posteriormente en 1958 Hirschman, plantea los encadenamientos productivos como *“el conjunto de fuerzas que generan inversiones y que son accionadas cuando la capacidad productiva de los sectores que producen insumos para esa línea y/o que utilizan los productos de la misma es insuficiente”* (Hirschman, 1964). Alchian y Demsetz plantearon que los costos de utilización de los mercados explican la existencia de las empresas, enfatizando que el efecto de reducción de costos de la administración incrementará la ventaja de éstas, promoviendo así las ventajas que se alcanzan a través de los acuerdos productivos (Alchian & Demsetz, 1972).

A su vez (Richardson, 1972) en la perspectiva de interacción de las empresas profundiza el concepto de la subcontratación, afirmando que un distribuidor grande, tiene la capacidad de diseñar y construir patrones complejos de actividades coordinadas entre las empresas, enfatizando que ésta capacidad de coordinar surge sin ningún tipo de participación accionaria entre los proveedores.

Como complemento a los enfoques anteriores, en los cuales solo se tenía en cuenta la función productiva, surge el planteamiento de (Williamson, 1975) quien agrega que la empresa no es solo una relación entre un conjunto de contratos sino los contratos relacionados con algún tipo de gestión, desde los mercados, cuando las características de las transacciones involucradas están gobernadas por el mecanismo del precio, hasta las jerarquías, simultáneamente determinadas por éstas y el ambiente institucional. Alrededor de 1983, se desarrolla un concepto que identifica un nuevo mecanismo de interacción empresarial, relacionado con la teoría de eslabonamientos propuesta por Hirschman quien

---

expuso que éstos sirven para la toma de decisiones y son instrumentos para promover el crecimiento de las actividades productivas en las estrategias de desarrollo, este nuevo concepto es “Distritos Industriales” definidos como “*conjuntos de unidades productivas especializadas en un determinado sector y concentradas en un territorio restringido, geográfica e históricamente determinado*” (Stumpo G. , 1996). Las características principales de este modelo van más allá del territorio geográfico interactuando con variables económicas, sociales y culturales, que pueden llegar a caracterizar la estructura productiva, las relaciones interpersonales, las articulaciones entre las empresas, los procesos de socialización y las nuevas perspectivas generacionales. Otro elemento importante en un distrito industrial es la comunidad local, por cuanto puede llegar a incorporar un sistema de valores expresado en términos de ética y cambio, lo que facilita el proceso de difusión de la información. A los distritos industriales fue a lo que Michael Porter denominó clústeres y también son la base conceptual de la creación de parques tecnológicos o industriales.

Posteriormente se empezó a gestar los conceptos de integración vertical e integración horizontal, viéndose la ventaja para las empresas. La integración vertical constituyó una de las formas más sobresalientes de relación entre las mismas, donde éstas determinan establecer transacciones internas o administrativas, en lugar de operaciones libres de mercado para lograr sus propósitos económicos, es decir, reunión de operaciones realizadas en distintas plantas con inversión entre éstas (Rojas & Villarraga, 2001).

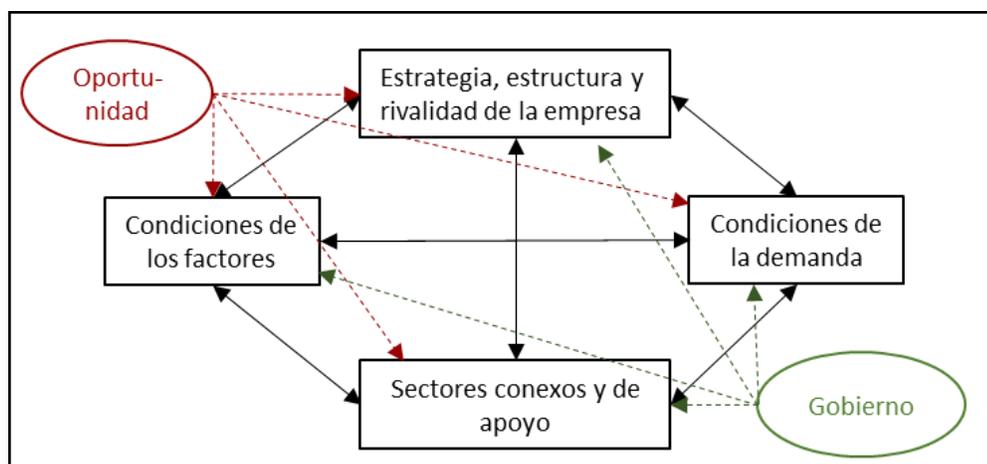
De forma más explícita (Stumpo G. , 1996), define el concepto de cadena productiva como la gama de actividades que suponen el diseño, la fabricación y la comercialización de un producto, diferenciando las cadenas productivas dirigidas por los fabricantes (*producer - driven*) y las cadenas dirigidas por los intermediarios comerciales (*buyer - driven*). Las primeras son aquellas en que los grandes productores generalmente transnacionales cumplen el papel fundamental de coordinar la producción (incluidos eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante) y son características de actividades con un uso intensivo de capital y tecnología. Las segundas son cadenas dirigidas por los intermediarios comerciales, quienes se vinculan a industrias en que las grandes tiendas de menudeo, las comercializadoras y los fabricantes de marcas, desempeñan el papel primordial en el establecimiento de sistemas de producción descentralizados en diversos países

exportadores. Estos tipos de cadenas definen no solo modos de producción, sino además estrategias de desarrollo establecidas por el poder que tiene cada agente económico en cada una de ellas, y de los objetivos que estos persigan (Rojas & Villarraga, 2001).

Michael Porter en 1991 planteó el enfoque de las estrategias sectoriales a nivel internacional, en el que se emplean como base conceptos relacionados con cadenas productivas, y se identifican cuatro elementos fundamentales determinantes de las ventajas competitivas nacionales, definidos como *el diamante de la competitividad* (ver Figura 1-1), cuyos elementos son según (Porter, 1991) y (Porter, Estrategia Competitiva, 1991):

- condiciones de los factores, que comprenden dotación, jerarquía, creación y desventaja selectiva;
- condiciones de la demanda, son la composición de la demanda interna, magnitud y pautas de crecimiento e internacionalización;
- sectores conexos y de apoyo, donde las empresas pueden coordinar o compartir actividades en la cadena de valor;
- estrategia, estructura y rivalidad de la empresa, representado por el contexto en el cual se crean, organizan y gestionan las empresas.

**Figura 1-1. Diamante de Porter**



**Fuente. (Porter, 1991)**

Como determinante de estas ventajas competitivas en los países y una manifestación de su carácter sistémico, se da aplicación en las estrategias de desarrollo a aquellas basadas

en el enfoque del *clúster*. Desde los primeros estudios de Porter, se ha manifestado que la competitividad internacional de las empresas depende, entre otras cosas, de su entorno empresarial e institucional inmediato, señalando de esta manera al clúster, como un “conjunto de industrias encadenadas a través de relaciones verticales y horizontales (consumidor, tecnología, canales)” (Porter, 1994), el cual está relacionado con el término designado por la CEPAL<sup>1</sup> (CEPAL, 1997) “*diversidad e intensidad de relaciones funcionales entre empresas, el cual explica las relaciones de competencia entre empresas de la misma actividad y las relaciones con proveedores, productores de insumos complementarios y proveedores de factores especializados*”. “Siendo el objetivo final de este el mejorar la productividad de todas las industrias dentro del mismo, y en su interior involucrar sistemáticamente proveedores de insumos especializados y comunes, canales de distribución, clientes y fabricantes de productos complementarios, permitiendo una dinámica interinstitucional en la cual participan tanto gobierno como universidades, entidades de normas técnicas, grupos de pensamiento, centros de capacitación y agremiaciones empresariales” (Rojas & Villarraga, 2001).

El clúster, como tal, es la base para la generación de estrategias que incrementan el desarrollo competitivo de la industria en cada país a través de la potencialización de sus ventajas comparativas y se constituye en uno de los últimos avances en materia de desarrollo regional fundamentado en la capacidad de asociación al interior de las cadenas productivas como en su suficiencia para interactuar con el exterior.

Teniendo en cuenta el desarrollo del concepto de cadena productiva a nivel internacional en el siguiente numeral se presenta el desarrollo de este concepto en Colombia y las estrategias que se han desarrollado a nivel nacional con el objetivo de fortalecer diferentes sectores económicos del país.

---

<sup>11</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

## 1.1 Cadenas productivas en Colombia

Las cadenas productivas en Colombia se constituyen como una estrategia por medio de la cual, las empresas mejoran sus indicadores de productividad y se insertan de manera más competitiva en los procesos de internacionalización. Los primeros acercamientos a la aplicación del concepto de cadena productiva como un elemento esencial para el análisis de la competitividad en el país, se dieron en 1992 y 1993 cuando el Gobierno y el sector privado contrataron a la Firma de Consultoría Monitor con el fin de ejecutar estudios a nivel nacional sobre la competitividad de diferentes sectores en el país (industrias petroquímica, metalmecánica y de artes gráficas y los productores de flores, cueros, textiles y jugos de frutas). Las sugerencias a partir de este estudio señalaron la necesidad fundamental de mejorar la productividad, eliminar los sobrecostos a la producción, trabajar en la modernización y conocimientos de mercados externos, así como la preparación para acceder a mercados con productos de mayor valor agregado. Profundizando en esta investigación, Monitor realizó estudios de competitividad regionales reconociendo de esta manera que para la competitividad, el factor regional es un elemento determinante (Rojas & Villarraga, 2001).

Bejarano en 1995 (Bejarano J. A., 1995), presenta el enfoque de cadenas como la mejor manera de aprehender los segmentos del sistema que se consideran pertinentes para efectos del análisis de la competitividad industrial. El término genérico de esta concepción, se asocia con un campo de la organización económica, definido por un producto o grupo de productos, cuyas relaciones entre los elementos del sistema productivo deben permitir la homogeneidad en la estructura de cada uno, encaminando sus objetivos hacia la satisfacción de las necesidades del consumidor final, de modo que en la cadena se encuentran subconjuntos de elementos que considerados de manera aislada impiden la comprensión de la totalidad de las actividades económicas relacionadas con los productos objeto de estudio. *“Por consiguiente, esta serie de eslabonamientos comprende un conjunto de unidades de producción, que participan en la elaboración y distribución del producto desde que aparecen como materia prima hasta que son consumidos o salen del campo específico. El autor sostenía que una cadena se forma por una combinación de relaciones verticales y horizontales, además de alianzas y rivalidades profesionales e*

---

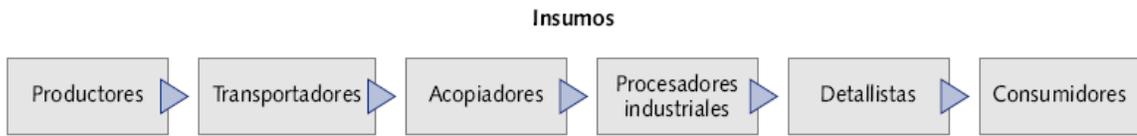
*interprofesionales, competencia por segmentos definidos de mercado y por ganancias”* (Rojas & Villarraga, 2001).

A nivel nacional evolucionó el concepto de cadenas productivas y a finales de la década de los noventa se manifiesta en forma más específica el concepto en el ámbito económico nacional definiéndolas como *"un conjunto estructurado de procesos de producción que tienen en común un mismo mercado y en el que las características tecnoproductivas de cada eslabón afectan la eficiencia y productividad de la producción en su conjunto"*<sup>2</sup> (Universidad Nacional de Colombia; Artesanías de Colombia; Departamento Nacional de Planeación, 2004) (ver Figura 1-2). El Gobierno en julio de 1999 retomando los desarrollos de las anteriores administraciones, concibe de manera más relevante dentro de sus políticas de desarrollo económico la metodología de estrategias regionales fundamentadas en cadenas productivas y presenta la Política Nacional de Productividad y Competitividad 1999-2009 en la cual las define como *"el conjunto de empresas que conforman una línea de producción partiendo de actividades como la obtención o explotación de materia prima hasta la comercialización"* (Universidad Nacional de Colombia; Artesanías de Colombia; Departamento Nacional de Planeación, 2004); adicionalmente manifiesta como resultado del I Encuentro Nacional entre empresarios y Gobierno que *"el programa de cadenas productivas consiste en un esquema de trabajo conjunto entre el sector privado y el sector público mediante el cual se define una estrategia para integrar los eslabones de las diferentes cadenas y lograr la orientación de estas hacia los mercados externos a través de la firma de Convenios Nacionales de Competitividad Exportadora"*, a través del establecimiento de compromisos de las partes para adelantar programas de mejoramiento de la productividad y facilitar la actividad productiva.

---

<sup>2</sup> Documento "Elementos básicos de referencia para los diagnósticos sectoriales de las Cadenas Productivas en Colombia" (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Bogotá, 1998) citado en ONUDI, 2004.

**Figura 1-2. Esquema de una cadena productiva**



**Fuente: (Universidad Nacional de Colombia; Artesanías de Colombia; Departamento Nacional de Planeación, 2004).**

El concepto de la cadena productiva agrícola desde un enfoque sistémico ha sido planteado por expertos brasileños de Embrapa<sup>3</sup>, ampliando la visión del sistema productivo teniendo en cuenta los factores internos y externos, de modo que una cadena productiva agrícola se compone de eslabones, que reúnen los proveedores de los insumos requeridos para la producción agrícola o agroindustrial; los productores y agroindustrias con sus procesos productivos; las unidades de comercialización mayorista y minorista y por último los consumidores finales, donde todos están conectados por los flujos de capital, materiales y de información, y enmarcados en un entorno organizacional e institucional (Castro, Lima, & Neves, 2002) (ver Figura 1-3).

**Figura 1-3. Modelo general de una cadena productiva agrícola**



**Fuente: Castro et. al. (1995) citado por (Castro, Lima, & Neves, 2002).**

El modelo general de una cadena productiva agrícola contiene los siguientes elementos:

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária por sus siglas en portugués. En español Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria.

- Eslabón: cada grupo de unidades productivas que se dedican a las actividades que garantizan el desarrollo de los productos o agrupaciones que incluyen un conjunto de productos relativamente homogéneos en cuanto a sus características técnicas de producción, existiendo diferencias en cuanto a tamaño, adopción de tecnología, naturaleza de la propiedad, entre otras variables de segmentación<sup>4</sup>. (Cuadros grises).
- Flujo de materiales (flechas blancas).
- Flujo de capital (flechas grises).
- Flujo de información (flecha superior)

A nivel nacional se han desarrollado diferentes proyectos en torno al fortalecimiento del sector agrícola del país como han sido: las 25 agendas prospectivas de investigación y desarrollo tecnológico para cadenas productivas en el marco del Proyecto de Transición de la Agricultura desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, el proyecto Apoyo a Alianzas Productivas (AAP), las Agendas Internas formuladas con el liderazgo del Departamento Nacional de Planeación – DNP, la Apuesta Exportadora Agropecuaria, entre otros.

A partir de la definición de la agenda única nacional de investigación en 2003, el MADR fortalece la política de largo plazo del sector agropecuario nacional, y es por esta razón por lo que a partir de 2006 inicia el Proyecto “Transición de la Agricultura” financiado con recursos del Banco Mundial para el fortalecimiento del desarrollo tecnológico e investigación en 25 cadenas productivas basadas en el esquema planteado por Castro et al (2002), a través de las cuales se pretendió fortalecer los procesos con el fin de obtener nuevos nichos de mercado y productos diferenciados. Así mismo, la metodología de cadenas productivas permite identificar puntos clave, actividades de control, actividades de prevención desde el productos primario hasta el cliente final. Las 25 agendas prospectivas de investigación se desarrollaron para las cadenas productivas de: cacao-

---

<sup>4</sup> A partir del proceso de segmentación es posible entender la composición de los eslabones de la cadena productiva y entender dinámicas específicas de la cadena objeto de estudio, y de esta manera elaborar estrategias diferenciadas de mejoramiento frente a necesidades identificadas para control y seguimiento. Flórez 2012

chocolate, forestal -tableros aglomerados y contrachapados -muebles y productos de madera, láctea, tilapia, camarón de cultivo, carne bovina, caucho natural y su industria, fique, oleaginosas, grasas y aceites (palma), plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines, papa, uchuva, mango, panela y su agroindustria, flores y follajes, abejas y la apicultura, algodón, textiles y confecciones, hortalizas, carne porcina, cárnica ovino-caprina, pitaya amarilla en Valle del Cauca, trucha en Antioquia, granadilla en Huila, muebles de madera en Bogotá-Cundinamarca, y un tema transversal de seguridad alimentaria.

Las dinámicas actuales de producción y comercialización de todo tipo de productos a nivel mundial, se enfrentan a un ambiente altamente competitivo, en el cual se compite en mercados internacionales con productos de alto valor agregado y certificados por organizaciones internacionales. Es necesario entonces dar mayor valor agregado a los productos y procesos agrícolas que permita no solo continuar en el mercado nacional y mundial, si no que adicionalmente justifique comercializar a mayor precio, con atributos de calidad positivos, posicionamiento en nuevos nichos de mercado y consecuentemente mejores ingresos al país y a su comunidad campesina reflejado en mejor calidad de vida.

## **1.2 Cadena productiva hortofrutícola**

Colombia se caracteriza por ser un país basado en el sector agropecuario y agroindustrial, sobre el cual se desarrolla económicamente, dentro de este sector toma gran importancia la cadena productiva hortofrutícola, que según (DNP, 2005) comprende desde la etapa de producción de bienes de origen agropecuario como frutas frescas, vegetales y granos, hasta la etapa de transformación industrial en bienes como jugos, enlatados, mermeladas, compotas, pulpas y salsas.

En 2013 en el país se destinaron 116.509 hectáreas a la producción de hortalizas pertenecientes a cultivos transitorios y a la canasta de las hortalizas, que corresponde a un crecimiento del 4,5% teniendo en cuenta que en el 2012 se tenía un área de 111.496 hectáreas. La producción de hortalizas en 2013 fue de 2.010.102 toneladas registrando un

incremento de 5,3% frente al año 2012 en el que se obtuvo una producción de 1.908.489 toneladas.

**Tabla 1-1. Área cosechada, producción y rendimiento de hortalizas en Colombia.**

HORTALIZAS	2010	2011	2012	2013	2014*
Área Cosechada (Has)	100.453	103.698	111.496	116.509	121.522
Producción (Ton)	1.703.117	1.727.934	1.908.489	2.010.102	2.111.715
Rendimiento Ton/Ha	16,954	16,663	17,117	17,253	17,377

**Fuente: Anuario estadístico MADR-2013 \*Estimado Secretaria Técnica-Hortalizas citado por (MADR, 2015).**

Los cultivos de hortalizas con mayor participación en área cosechada son: arveja con 30.564 hectáreas (26,2%), tomate con 16.704 hectáreas (14,3%) y cebolla cabezona con 11.801 hectáreas (10,1%). En relación con la producción los cultivos con mayor participación son: tomate con 683.358 toneladas (34%), cebolla cabezona con 245.065 toneladas (12,2%) y zanahoria con 234.750 toneladas (11,7%) ver Tabla 1-2. Los cultivos con mayor rendimiento expresado en toneladas por hectárea con: tomate con 40,92; repollo con 34,06; remolacha con 28,55 y zanahoria con 28,12.

**Tabla 1-2. Área, producción y rendimiento por cultivo en hortalizas para los años 2012 y 2013 en Colombia.**

CULTIVO	2012			2013		
	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)
Acelga	352	6.127	17,406	81	1.597	19,716
Ahuyama	6.171	82.422	13,357	7.432	102.596	13,805
Ají	2.977	21.801	7,323	4.000	29.675	7,419
Ajo	462	8.057	17,439	529	9.309	17,597
Apio	418	8.675	20,754	596	10.279	17,247
Aromáticas	73	365	5,028	152	914	6,013
Arveja	28.356	52.449	1,850	30.564	54.584	1,786
Berenjena	352	3.289	9,344	402	3.459	8,604
Brócoli	692	14.216	20,543	792	15.869	20,037
Calabaza	255	4.621	18,122	286	5.409	18,913
Cebolla Cabezona	11.272	227.233	20,158	11.801	245.065	20,766
Cebolla Junca	6.862	169.827	24,749	7.119	194.474	27,318
Cilantro	2.648	15.859	5,989	2.440	16.501	6,763

CULTIVO	2012			2013		
	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)
Cimarrón	113	906	8,018	183	1.786	9,760
Col	307	474	1,544	268	470	1,754
Coliflor	718	13.636	18,992	517	10.959	21,197
Espárragos	-	-		23	69	3,000
Espinaca	372	8.157	21,917	336	7.763	23,104
Garbanzo	68	54	0,794	111	87	0,784
Haba	2.234	8.521	3,814	1.143	5.891	5,154
Habichuela	6.654	53.459	8,034	6.843	56.901	8,315
Hortalizas Varias	3.622	46.179	12,750	4.425	58.399	13,198
Lechuga	3.571	78.139	21,885	4.028	83.941	20,839
Pepino Cohombro	709	13.963	19,694	746	13.675	18,331
Pepino Guiso	786	7.685	9,772	784	9.011	11,494
Perejil	60	234	3,900	112	311	2,777
Pimentón	2.237	44.614	19,941	2.176	38.936	17,893
Rábano	10	191	19,100	16	286	17,875
Remolacha	1.236	33.945	27,466	1.048	29.921	28,551
Repollo	2.493	78.708	31,578	2.453	83.552	34,061
Te	-	-		52	125	2,404
Tomate	16.544	657.919	39,769	16.704	683.538	40,921
Zanahoria	8.874	244.766	27,582	8.347	234.750	28,124
<b>Total</b>	<b>111.496</b>	<b>1.906.489</b>	<b>17,099</b>	<b>116.509</b>	<b>2.010.102</b>	<b>17,253</b>

Fuente: Anuario estadístico MADR-2013 citado por (MADR, 2015).

Los frutales registraron en 2013 un área de 272.461 hectáreas con crecimiento del 5,5% respecto al año 2012 en el cual se registraron 257.416 hectáreas. La producción en 2013 incrementó en 10,9% respecto al año 2012, pasando de 3.569.807 a 4.008.561 toneladas (ver Tabla 1-3).

Tabla 1-3. Área, producción y rendimiento de frutales en Colombia.

FRUTALES	2010	2011	2012	2013
Área Cosechada (Has)	236.848	238.456	257.416	272.461
Producción (Ton)	3.166.688	3.302.009	3.569.807	4.008.561
Rendimiento Ton/Ha	13,370	13,847	13,868	14,712

Fuente: Anuario estadístico MADR-2013 citado por (MADR, 2015).

Los cultivos de frutales con mayor participación en área cosechada son: cítricos con 72.046 hectáreas (26,4%), banano con 34.790 hectáreas (12,8%), aguacate con 32.064 hectáreas (11,8%) y mango con 23.390 hectáreas (8,6%). En relación con la producción los cultivos con mayor participación son: cítricos con 1.150.893 toneladas (28,7%), piña con 643.039 toneladas (16%), banano con 343.151 toneladas (8,6%), aguacate con 303.340 toneladas (7,6%) y mango con 270.826 toneladas (6,8%) ver Tabla 1-4. Es pertinente aclarar que la información de cítricos incluye naranja, limón, mandarina, lima y otros cítricos.

**Tabla 1-4. Área, producción y rendimiento por cultivo en frutales para 2012 y 2013 en Colombia.**

CULTIVO	2012			2013		
	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)
Aguacate	27.557	255.207	9,261	32.064	303.340	9,460
Anón	30	105	3,500	-	-	
Badea	83	1.276	15,373	77	1.110	14,416
Banano	33.428	327.430	9,795	34.790	343.151	9,863
Borojo	3.028	19.577	6,465	2.935	16.257	5,539
Brevo	285	1.789	6,277	287	1.647	5,739
Caducifolios	104	858	8,250	76	582	7,658
Chirimoya	116	573	4,940	164	652	3,976
Chontaduro	7.877	66.566	8,451	7.942	65.912	8,299
Ciruela	1.204	11.075	9,202	1.242	12.582	10,130
Cítricos	36.003	588.958	16,359	38.318	651.093	16,992
Curuba	1.460	16.915	11,586	1.493	23.697	15,872
Dátil	4	12	3,000	4	12	3,000
Durazno	1.690	24.933	14,750	1.663	24.821	14,925
Feijoa	176	1.335	7,583	213	1.986	9,324
Fresa	1.075	43.445	40,429	1.199	42.448	35,403
Granadilla	3.553	36.945	10,398	3.700	52.237	14,118
Guanábana	2.428	24.468	10,077	2.896	27.965	9,656
Guayaba	12.628	128.423	10,170	12.646	133.718	10,574
Higo	94	2.052	21,830	97	2.163	22,299
Lima	1.170	17.743	15,165	827	13.020	15,744
Limón	7.365	100.516	13,648	8.049	106.442	13,224
Lulo	7.564	67.485	8,922	7.328	68.749	9,382
Macadamia	211	476	2,256	259	958	3,699
Mamoncillo	88	506	5,750	57	353	6,193

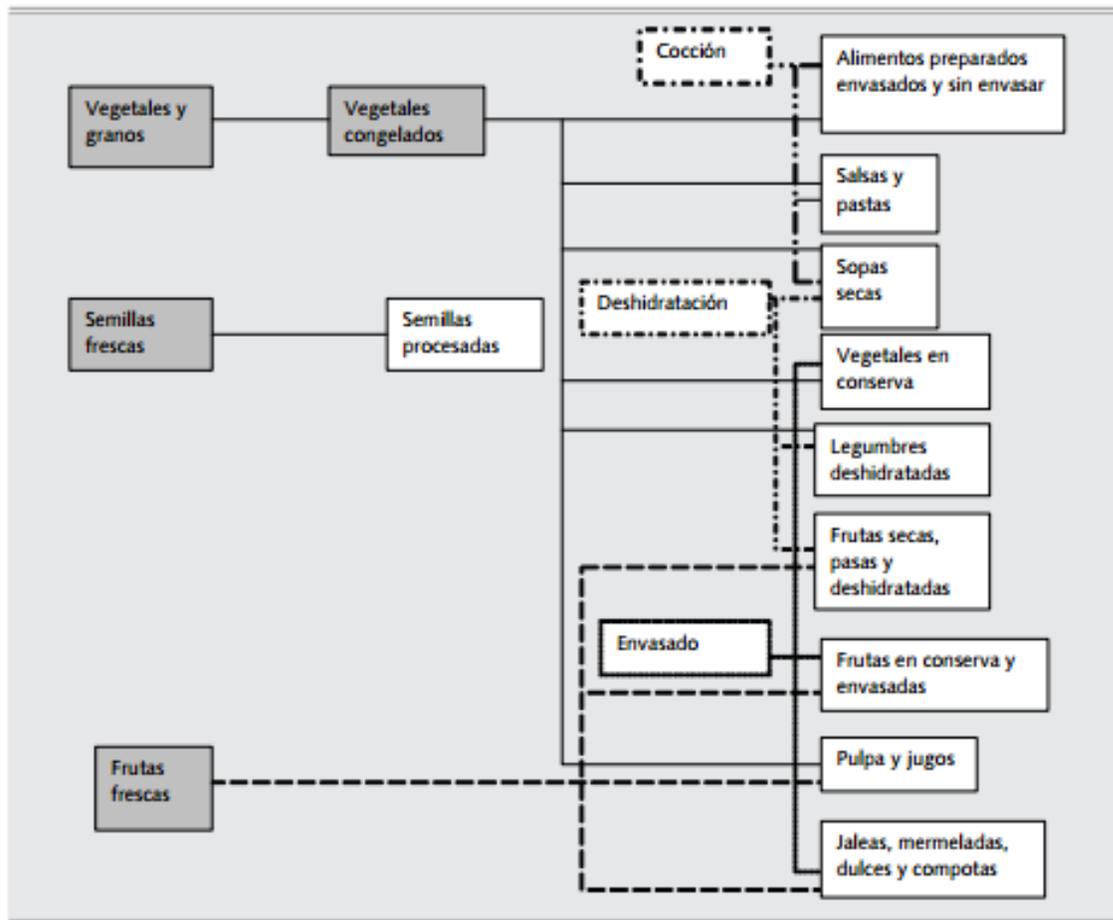
CULTIVO	2012			2013		
	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)	Área (Has)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Has)
Mandarina	8.665	131.001	15,118	9.241	138.052	14,939
Mango	22.532	265.226	11,771	23.390	270.826	11,579
Mangostino	38	308	8,105	32	252	7,875
Manzana	226	2.190	9,712	247	2.547	10,312
Maracuyá	5.477	84.496	15,429	5.788	95.154	16,440
Marañón	1.391	4.114	2,958	941	3.938	4,185
Melón	3.583	48.238	13,463	4.806	57.440	11,952
Mora	11.931	102.152	8,562	11.988	105.285	8,783
Naranja	14.794	233.887	15,810	15.611	242.286	15,520
Níspero	100	920	9,200	105	1.128	10,743
Papaya	4.834	143.110	29,605	4.824	187.707	38,911
Papayuela	45	200	4,444	18	245	13,611
Patilla	7.753	108.975	14,055	8.148	127.564	15,656
Pera	1.256	15.807	12,585	1.714	22.954	13,392
Piña	12.797	485.080	37,906	14.360	643.039	44,780
Pitahaya	881	7.987	9,066	937	8.108	8,653
Tamarindo	33	156	4,727	43	198	4,605
Tomate de árbol	8.455	156.645	18,527	8.400	163.751	19,494
Toronja	-	-		30	120	4,000
Uchuva	749	11.297	15,093	<b>892</b>	<b>12.999</b>	14,573
Uva	2.242	25.054	11,175	2253	25614	11,369
Zapote	416	4.296	10,327	367	4459	12,150
<b>TOTAL</b>	<b>257.416</b>	<b>3.569.807</b>	<b>13,868</b>	<b>272.461</b>	<b>4.008.561</b>	<b>14,712</b>

Fuente: Anuario estadístico MADR-2013 citado por (MADR, 2015).

Los anteriores datos evidencian la desagregación y la heterogeneidad existente en la producción hortofrutícola nacional, que demuestra la diversidad de cultivos presentes en el país. A partir del concepto de cadena productiva agrícola visto anteriormente y teniendo en cuenta la Guía Hortofrutícola Nacional, el modelo global para la cadena hortofrutícola comprende las actividades de recolección, producción, distribución y comercialización. Esta visión global comprende catorce características o eslabones (ver Figura 1-4), que se diferencian por el producto a obtener, lo cual marca diferentes rutas de proceso para su producción, ya que el objetivo es transformar las materias primas en productos como jugos, mermeladas, concentrado de frutas, frutas en almíbar, vegetales enlatados, compotas, frutas y vegetales deshidratados, considerando también la demanda de producto en fresco.

En el caso del modelo de la cadena productiva hortofrutícola presentada en la Figura 1-4, los eslabones están caracterizados por el producto final, siendo los eslabones principales: vegetales y granos, semillas frescas y frutas frescas. Las frutas frescas abarcan cuarenta y ocho (48) especies de frutales, entre perennes mayores, transitorias y perennes menores, según (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2006).

**Figura 1-4. Modelo de la cadena productiva hortofrutícola por productos terminados.**



Fuente. Tomado de (ASOHOFRUCOL, 2009).

Con el fin de evidenciar relaciones presentes entre diferentes actores de la cadena productiva hortofrutícola, la construcción de su modelo deberá comprender los eslabones definidos en la Tabla 1-5, creando así un modelo estándar que permita identificar las variables homólogas, heterogéneas y específicas, en torno al manejo poscosecha de los productos.

Tabla 1-5. Constitución de la cadena productiva hortofrutícola.

Eslabón	Segmentos	Descripción
Productor primario	Productores tecnificados Productores no tecnificados	Integra a los productores tecnificados y no tecnificados de productos hortofrutícolas ubicados en las diferentes regiones productoras del país
Comercializadores de productos hortofrutícolas en fresco	Comercializadores para el mercado nacional Comercializadores para el mercado internacional.	Integra a los actores encargados de la comercialización de producto en fresco o mínimamente procesado en el mercado nacional e internacional.
Comercializadores de productos hortofrutícolas para la agroindustria.	Acopiadores Comercializador mayorista	Este eslabón integra tanto a acopiadores y mayoristas de las frutas y las hortalizas, que vienen a ser el puente entre el productor y la Agroindustria.
Agroindustria de transformación	Transformadores de Nivel I Transformadores de Nivel II Transformadores de Nivel III	Este eslabón agrupa a todas aquellas empresas que tiene como actividad económica el procesamiento de las frutas y las hortalizas
Comercializadores de productos de la agroindustria	Comercializador de productos a nivel nacional (consumo interno). Comercializador de productos a nivel internacional (exportación).	Este eslabón está formado por los agentes económicos encargados de la comercialización, tanto a nivel nacional como internacional. A nivel internacional se encuentran los <i>Traders</i> y <i>Brokers</i> internacionales, mientras que a nivel nacional se comercializa con grandes superficies comerciales, hipermercados, supermercados y empresas procesadoras nacionales.
Consumidor Final	Consumidor nacional final Consumidor internacional final	Abarca a los agentes económicos y consumidores que demandan cualquiera de los productos transformados o procesados o en fresco de la cadena.

Fuente: Construcción propia a partir de <http://www.agrocadenas.gov.co>, (Bonilla C., et al., 2010), (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009) y (Bonilla C., et al., 2009).

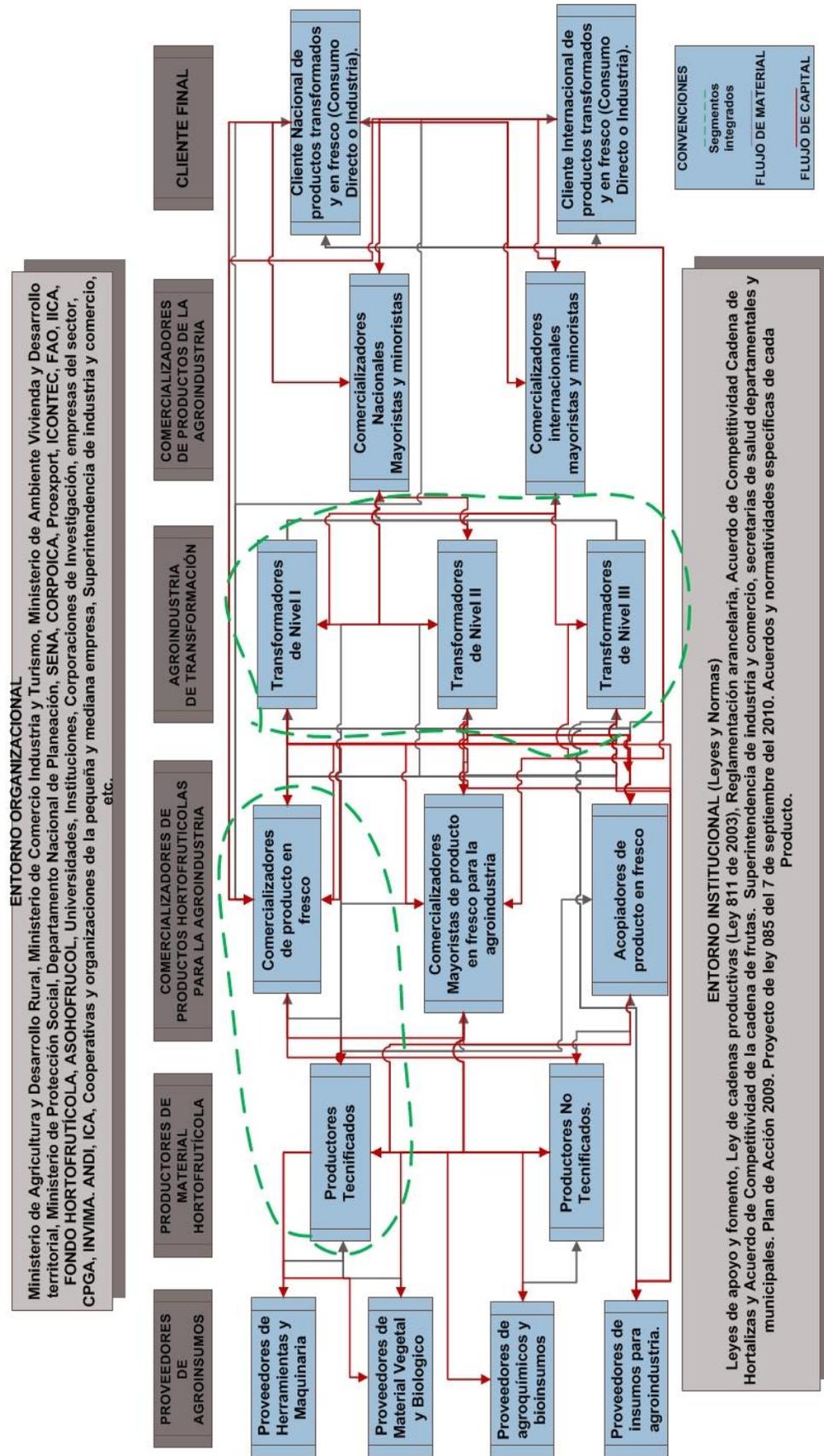
De manera gráfica, en la Figura 1-5, se presenta el modelo estándar de la cadena productiva hortofrutícola, teniendo en cuenta los eslabones descritos en la tabla anterior, incluyendo los flujos de materiales y de capital a lo largo de la cadena, así como los ambientes organizacional e institucional que son transversales a la misma. Éstos últimos ambientes están conformados por las entidades reguladoras, políticas sectoriales, entidades de investigación, asistencia técnica, entre otros.

---

Teniendo en cuenta el planteamiento de cadena productiva presentado anteriormente, en el caso de la cadena productiva hortofrutícola, además de los flujos de capital y de material, existen otros factores que influyen en su productividad y competitividad, tales como las variables organolépticas (sabor, color, humedad, contenido de azúcares, entre otros). Estas variables son afectadas por agentes exógenos como la temperatura, la presión, la carga biológica y la carga química del entorno, surgiendo como respuesta a este problema la “cadena de frío” que integra las operaciones interdependientes en producción, distribución, almacenamiento y comercialización de productos congelados, o que requieren de mantener un nivel estable de temperatura en orden de conservar la calidad de producto ofrecida, la cual consiste en los procedimientos y equipos para mantener la temperatura deseada (Torres, 2006).

Sin embargo la representación por eslabones y segmentos de la Figura 1-5 no evidencia las diferencias que pueden presentarse para cada cadena productiva, ya que presenta un modelo diseñado en torno a la interacción entre los actores, y los flujos existentes a partir de variables de segmentación macro. En el siguiente numeral se detalla la caracterización de la cadena productiva de la mora de castilla que es uno de los objetos de estudio de esta investigación.

Figura 1-5. Modelo estándar de la cadena productiva.



Fuente: (Flórez M., 2012)

### 1.3 Caracterización de la cadena productiva de la mora de castilla

La mora de castilla (*Rubus galucus*) es originaria de zonas tropicales altas de América encontrándose en Ecuador, Colombia, Panamá, Salvador, Honduras, Guatemala, México y Estados Unidos. La mora pertenece a la familia *Rosaceae*, género *Rubus* y hay más de 300 especies, es una planta arbustiva de tipo semierecto, presenta tallos cubiertos con o sin espinas. La parte subterránea del cuello y la raíz son perennes a medida que se desarrollan las flores y frutos en ramas maduras formadas el semestre anterior, se forman nuevas ramas. Al final de la cosecha, las ramas que produjeron se mueren y las nuevas entran en producción, de esta forma permanentemente se están renovando los tallos, su propagación se puede realizar por semilla, por acodo, por estaca, in-vitro. Se adapta a climas fríos con alturas de 1.800 m.s.n.m a 2.400 m.s.n.m, temperaturas de 14° a 19° C, Humedad Relativa del 65% al 80%, y precipitación anual de 1.200 mm a 1.700 mm (Siembra, 2015).

En las características desfavorables de consumo y comercialización de la mora de castilla se encuentra que su vida útil es muy limitada (3 a 5 días). Debido a la falta de una estructura adecuada de la cadena de frío aplicable al sector agrícola y agroindustrial, durante las etapas productivas de poscosecha y procesamiento, la productividad y competitividad se ven afectadas por pérdidas que varían entre el 60% y 70% (Sora, Fischer, & Flórez, 2006), asociadas entre otros aspectos a la reducción de su calidad fisiológica o pérdidas relacionadas con métodos o recursos insuficientes para la conservación, Figura 4-1. Dichas pérdidas en el sector, cuyo efecto se ha sostenido durante más de dos décadas, implica que la producción debería aumentar entre 1.50 y 2.33 veces para poder compensarlas teniendo en cuenta factores económicos y sociales de los productores.

Dentro de los factores de mayor impacto en la generación de pérdidas en la Mora de Castilla están principalmente problemas de origen biológico y microbiológico (Montoya,

Londoño, & Márquez, 2005), asociados a los transportes inapropiados, bajo control en los estándares de manipulación, metodologías de empaque y embalaje inapropiadas, centros de acopio improvisados. El análisis de cada uno de estos factores converge al nivel de integración de la cadena del frío al sistema productivo de la Mora de Castilla, sin embargo se ha encontrado en estudios anteriores, falencias en el modelamiento sistémico de integración de los actores del proceso.

La cadena productiva de la Mora de Castilla (*Rubus Glaucus*), cuenta con proyectos de articulación de actores, como La alianza productiva para la producción y comercialización de mora de castilla para el municipio de Saboya involucra 121 pequeños agricultores, derivándose en 530 miembros de las familias, de los cuales el 52% son hombres y el 48% son mujeres (Universidad Nacional de Colombia, 2006).

En el portafolio de productos que se ofrecen al mercado interno y de exportación por parte de la cadena productiva hortofrutícola, la mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*), se encuentra entre aquellos productos susceptibles a pérdidas de material, en términos de la calidad organoléptica y fisiológica, ocasionados principalmente por inadecuadas prácticas de manipulación en los eslabones primarios de la cadena en términos de choques mecánicas, así como pérdidas en el proceso de distribución logística donde el control de factores como temperatura y húmedas son mínimos. (Lobo, 2006), plantea que el potencial aumento de productividad de la mora y otros frutales andinos en Colombia está determinado por varios factores como la existencia de una gran variabilidad en los Andes, área de diversidad primaria de estos frutales; la presencia de nichos ecológicos apropiados para su cultivo y su aceptación por parte de consumidores locales y de otras regiones del mundo. Existen, además, posibilidades agroindustriales y para generar desarrollo económico a nivel de pequeños productores pues se ha visto la necesidad de aumentar el consumo de frutas en Latinoamérica, debido a su valor nutritivo y antioxidante. Sin embargo dentro del análisis de características fisiológicas y organolépticas determinadas por los indicadores de sabor y acidez no es apta para los mercados internacionales, lo cual enfoca los esfuerzos tecnológicos y de comercialización a un mercado interno (Barragan, 2010).

El Consejo Nacional de la Cadena de la Mora, como órgano consultivo del Gobierno Nacional en materia de política para la sostenibilidad y competitividad de la cadena fue

creado en octubre de 2010 (SIOC, 2015) y hace parte de la Dirección de Cadenas Productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, contando con un Coordinador y un Secretario Técnico (ver Tabla 1-6).

**Tabla 1-6. Coordinador y Secretario Técnico de la Cadena Productiva de la Mora de Castilla en el MADR.**

Cargo	Nombre	Teléfono	Correo electrónico
Coordinador de la cadena	Mauricio Cuestas	2543300 Ext. 5451	<a href="mailto:mcuestas@minagricultura.gov.co">mcuestas@minagricultura.gov.co</a>
Secretario Técnico Nacional	Carlos H. Escobar Torres	092-2871522 3167529930 3006177125	<a href="mailto:carloshescobartorres@hotmail.com">carloshescobartorres@hotmail.com</a>

**Fuente: (SIOC, 2015)**

Las principales asociaciones de productores de mora en el país son: en Cundinamarca Frusan, Yomosaque, Asoprolar, Promocar; en Santander Asomoreros, Mora Fresca, Asoplanadas, Asomocri; en Antioquia Moras de Oriente, Aspromoen, Asoagricultores, Aproguarne; en Huila Aprofrusa, Agrosur, Cordesarrollo, Asofruhor; en Valle Asofamora (16 Asociaciones de productores), Asocomore, Famimora, Asomoraguila; en Boyacá Agrocalidad; en Nariño Fudan, Asofruturo; en Risaralda Musa, Asmobel, Amorosa, Apromora, Asomoralca, Amorquin; en Cauca Cosurca Asprobalboa, Cobra, Agrocampogrande; en Quindío Apromora, Moras de Salento, Morasa, Moragen; en Caldas Apromora, Asprocof, Asoaguadas, Asogrim y en Tolima Asomotrion.

Las industrias que hacen parte de esta cadena son: Projugos S.A., Panamericana de Alimentos, Listo y Fresco, Frucongsa, Meals, Casa Luker y Alpina.

Los Centros de Investigación: Universidad Nacional de Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -Corpoica, Universidad Rural y Agropecuaria de Colombia -Unisarc, Universidad Tecnológica de Pereira -UTP, Universidad Católica de Oriente.

Los Comercializadores: Supermercados Cañaveral, José Ignacio Jiménez, Freddy Castillo, Carlos Suarez, John González.

Las Entidades de Apoyo: Corporación Colombiana Internacional -CCI, Comité de Cafeteros de Risaralda, Instituto Colombiano Agropecuario -ICA, Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC.

Las Mesas Temáticas Establecidas que actualmente están establecidas por el Consejo de la cadena son: Plan de Registro, Zonificación, Censo y Certificación; Investigación de la Producción y Transferencia (Mejoramiento, Fisiología y Fitosanidad); Mercado, Agro industrialización y Fomento; Ambiental.

Las regiones del país donde se ha venido impulsando el desarrollo de la cadena son: Valle del Cauca, Cauca, Nariño, Caldas, Quindío y Risaralda, Huila, Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Santander, Norte de Santander y Antioquia.

### **1.3.1 Diagramación de la cadena productiva de la mora de castilla**

La diagramación de las cadenas productivas sobre las cuales se desarrolla esta investigación sigue la metodología de eslabones y segmentos de (Castro Gomez, 2006) la cual establece que cada grupo de unidades productivas que se dedican a las actividades que garantizan el desarrollo de los productos se denomina eslabón, entre las cuales existen diferencias importantes en cuanto a sus tamaño, adopción tecnológica, naturaleza de la propiedad entre otras variables que se pueden definir de segmentación, como una analogía a la segmentación que se realiza en un mercado.

La unidad de análisis eslabón puede definirse también como agrupaciones que incluyen un conjunto de productos relativamente homogéneos en cuanto a sus características técnicas de producción: materias primas comunes, usos finales o intermedios comunes y tecnologías productivas similares. El concepto de segmento surge como un tipo de unidad productiva donde se presenta de manera específica una o varias de las variables de segmentación definidas. A partir del proceso de segmentación es posible entender la composición de los eslabones de la cadena productiva y entender dinámicas específicas de la cadena objeto de estudio, y de esta manera elaborar estrategias diferenciadas de

---

mejoramiento frente a necesidades identificadas para control y seguimiento (Castro Gomez, 2006).

El modelo de cadena productiva hortofrutícola presenta una visión holística que incluye todas las etapas del proceso productivo. En este numeral se considera pertinente presentar las actividades del proceso productivo y las variables que inciden en cada una de éstas.

### **Productores de Mora de Castilla**

Este eslabón comprende actividades de instalación, sostenimiento y puesta a punto del cultivo para el inicio de las labores de cosecha. El producto final de este eslabón deben ser unidades óptimas para la recolección del producto y su posterior manejo poscosecha para incrementar el valor agregado.

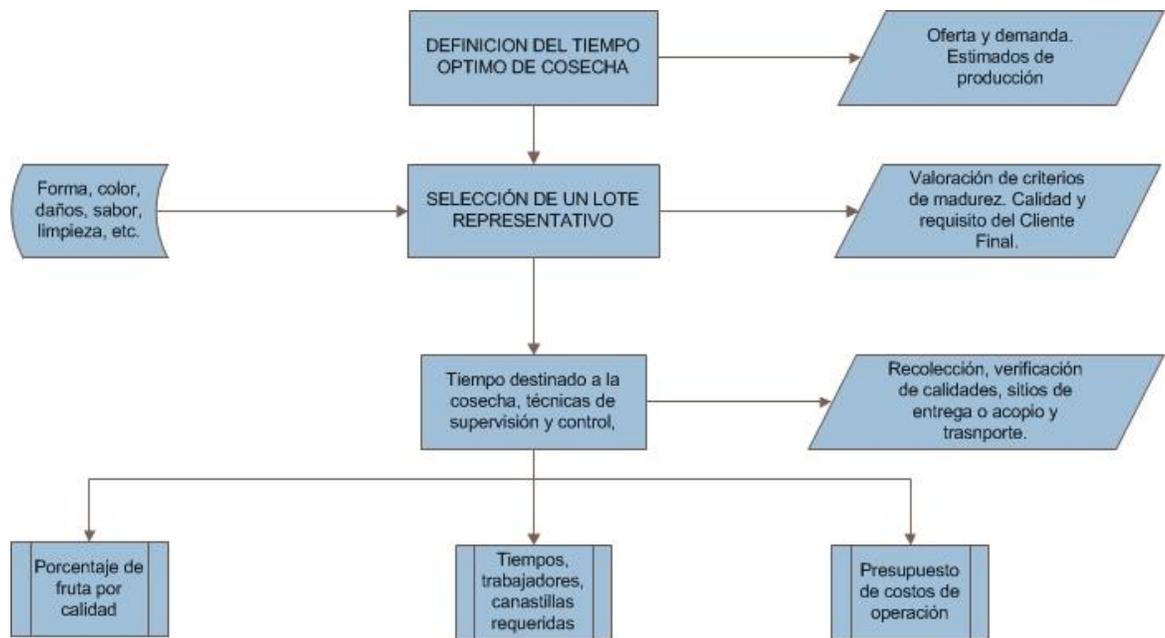
Actualmente a nivel nacional, el desarrollo tecnológico en: mejoramiento genético, manejo fitosanitario, sostenibilidad ambiental e incremento de índices de productividad, se encuentra en proceso de fortalecimiento a partir del acompañamiento, trabajos y proceso de investigación de entidades como ICA, Corpoica, MADR y Corporaciones autónomas regionales.

Dentro de este eslabón se contemplan dos etapas, la primera corresponde a determinar el punto óptimo de cosecha y la segunda al proceso de cosecha, es decir el corte y recolección del fruto. El punto óptimo de cosecha se determina con el tiempo de cosecha y a partir de la observación de la calidad del fruto. El tiempo de cosecha debe estar entre 45 y 65 días después de la floración, tiempo en el cual se presenta el adecuado desarrollo de las drupas y el fruto se encuentra con un buen estado nutricional. A partir de observación del fruto se determina la calidad teniendo en cuenta la Normas técnica Colombiana NTC 4106 y la percepción de mercado, lo que permite indicar adicional al tiempo si el producto se encuentra listo para cosechar.

El proceso de cosecha consiste en la recolección de la mora, que debe hacerse bajo el esquema de Buenas Prácticas Agrícolas -BPA<sup>5</sup> y con los equipos y elementos de protección personal requeridos y debidamente desinfectados. En esta etapa se clasifica la fruta a de acuerdo al indicador de color establecido en la NTC 4106, el cual debe estar entre los grados 4, 5 o 6 para ser atractivo al mercado. La fruta cosechada no debe estar enferma, ni en el suelo, ni en condiciones de humedad. Se recomienda realizar la recolección en horas de la mañana si no existe equipo pre-enfriamiento y durante todo el día si existe.

En la Figura 1-6, se presenta un esquema de las actividades a tener en cuenta en la recolección del producto, indicando cuales deben contemplar requerimientos de calidad.

**Figura 1-6. Actividades y requerimientos en cosecha.**



**Fuente. Elaborado a partir de información en (Franco & Giraldo, sf)**

<sup>5</sup> De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 5400, sección 2.8, se entiende por BPA el “conjunto de prácticas para el mejoramiento de los métodos convencionales de producción agrícola, haciendo énfasis en la inocuidad del producto, y con el menor impacto de las prácticas de producción sobre el ambiente como la fauna, la flora y la salud de los trabajadores.”

---

La recolección de la mora in situ, es el punto de inicio para la cadena productiva, enfocada a mantener la calidad del producto, donde se finaliza el proceso de sostenimiento entre la planta y el fruto, e inicia el proceso de manutención de calidad, como recomendaciones globales, (Franco & Giraldo, sf), establecen manejar una lista de verificación con:

- Normas de limpieza y desinfección del material y recurso humano.
- Identificación puntual del fruto a cosechar (Delimitación de áreas de recolección)
- Valoración de criterios de la NTC para el producto. Color, tamaño, sanidad e integridad.
- Corte acorde con proceso puntual.
- Clasificación de la fruta por calidades y requisitos: Frutas enteras con drupas bien formadas, forma característica, sanas, libres de humedad, libre de olores, sabores y materiales extraños, aspecto fresco, consistencia firme, con pitón para mercadeo en fresco, sin pitón para procesamiento, coloración igual.
- Almacenamiento en el recipiente (Canastillas o frascos), uso de recipientes pequeños subdivididos para evitar pérdidas por daño mecánico.
- Transporte a la unidad de acopio.

El productor destina la Mora de Castilla recolectada para dos propósitos esenciales; el auto consumo del producto y la comercialización en los mercados locales. La dificultad de acceso a los mercados locales hace que estos como individuos no desarrollen un fuerte proceso de comercialización, sin embargo es importante que se contemple la clasificación del producto. En el caso de las asociaciones de productores o productores tecnificados, son grupos organizados de productores que bajo un interés específico se organizan, los intereses pueden ser comerciales, tecnológicos o de capacitación; adicionalmente pueden reunirse en relación a un producto específico o varios productos.

La clasificación in situ (ver Tabla 1-7) permite garantizar con un rango de efectividad, la homogeneidad del producto óptimo para las operaciones poscosecha y las actividades de preservación de la calidad fisiológica y organoléptica (Flórez M., 2012).

**Tabla 1-7. Criterios de Calidad en el eslabón de productores.**

	<b>Extra</b>	<b>Categoría I</b>	<b>Categoría II</b>
Tamaño	90 % de la muestra debe tener las siguientes medidas: 1.5 cm de diámetro en la parte más ancha y 2.5 cm de longitud.	90 % de la muestra debe tener las siguientes medidas: 1.5 cm de diámetro en la parte más ancha y 2.0 cm de longitud.	El 11 % o más de la muestra tienen medidas inferiores a 1 cm de diámetro en la parte más ancha y 2 cm de longitud.
Color	La muestra debe tener un mínimo de 60 % de la superficie de color morado oscuro.	La muestra debe tener a lo mucho el 60 % de la superficie de color morado oscuro.	Cuando más del 20 % de la muestra tiene una superficie con menos del 60 % de color morado oscuro.
Daño físico	no permitido	Se permite un máximo del 10 % en daño físico por magullamiento, roce o cortaduras.	Cuando el producto tiene más del 10 % en daño físico por magullamiento, roce o cortaduras.
Daño por hongos	No se permite porcentaje alguno de daños por hongos.	Máximo permisible: 2 %	Si el producto tiene más del 2 % de daño visible.
Daño por insectos	Máximo 2 % permitido.	Cuando el producto tiene algo más del 2 % visible.	Cuando el producto tiene algo más del 2 % visible.
Materiales extraños	Ningún porcentaje permitido.	Ningún porcentaje permitido.	Ningún porcentaje permitido

**Fuente. Elaborado a partir de información en (Universidad Nacional de Colombia, 2006).**

En el acopio primario se pueda hacer la clasificación anterior complementándola con el criterio de tamaño<sup>6</sup>, y siendo empacada para comercialización, en la que se aconseja un máximo de 10Kg por empaque o en el caso de las canastillas la altura máxima de producto deber ser de 8 cm (García P., 2012). Los principales empaques son (García & García, 2001):

- Madera: cajas rígidas, reutilizables; sin embargo, son pesadas, difíciles de lavar y suele tener bordes cortantes, astillas y clavos por lo que es recomendable forrar el interior.

<sup>6</sup> CALIBRE A: Diámetro mayor o igual a 27 mm y peso promedio de 9,2 g, CALIBRE B: Diámetro entre 23 y 26 mm y peso promedio de 8,8 g, CALIBRE C: Diámetro entre 19 y 22 mm y peso promedio de 6,2 g, CALIBRE D: Diámetro entre 14 y 18 mm y peso promedio de 4,2 g, CALIBRE E: Diámetro menor o igual a 13 mm y peso promedio de 3,2 g.

- Cartón: se fabrican con tapa plegadiza o telescópica, así como bandejas poco profundas. Si se utilizan solo una vez, pueden llegar a ser muy costosas; se ablandan por la humedad.
- Plástico: pueden fabricarse en diversos tamaños y formas, son resistentes, rígidas y se limpian fácilmente; sin embargo, son más costosas y se deterioran rápidamente al exponerse al sol.
- Fibras naturales y sintéticas: son muy utilizados para el transporte de productos resistentes como granos, papas y cebollas. Su principal desventaja radica en que son muy flexibles y su contenido se deteriora con facilidad; a menudo son demasiado pesados.
- Bolsas de polietileno: su correcta utilización está ligada a la aireación brindada al producto. Se utilizan principalmente en productos al por menor. No ofrecen protección contra lesiones por manipulación; retienen calor, humedad y gases del producto, cuando hay incrementos de temperatura condensan la humedad, acelerando el deterioro del producto

Finalmente la mora puede ser almacenada temporalmente en finca si el transporte no la recoge una vez ha finalizado la actividad de recolección. Para el almacenamiento temporal debe disponerse de un sitio adecuado que garantice que el producto no se va a deteriorar rápidamente teniendo en cuenta la norma NTC 1400 numeral 3.2.4.

### **Comercializadores Producto primario: Intermediarios, de producto en fresco directo y de producto en fresco para la agroindustria.**

El proceso de comercialización en esta cadena, integra las funciones de acopio, transporte y almacenamiento; es realizada por diversidad de actores que actúan en una subsistema que fluye entre productores y consumidores finales, pasando por transportadores, acopiadores, transformadores y distribuidores. Según (Ospina & Et Al, 2008), en la cadena de la mora se presentan dos grandes canales de comercialización:

- A partir de las relaciones contractuales entre las asociaciones de productores y las agroindustrias, con precios, volúmenes y calidades fijas. En este canal la agroindustria se encarga de la transformación su distribución hasta el punto de venta final.

- Intermediarios encargados de acopiar, transportar y comercializar la mora en diferentes plazas de mercado a nivel regional.

**Figura 1-7. Principal forma de exhibición de la mora en el mercado local.**



Los comercializadores deben garantizar condiciones de manejo óptimas para el producto en cuanto a almacenamiento y transporte.

### **Agroindustria de la mora**

Se encarga de la transformación de la mora en fresco o mínimamente procesada en productos con valor agregado como néctares, refrescos, productos de basé láctea, pulpas, entre otros.

### **Comercializadores de productos de valor agregado y fresco.**

Se hace referencia al conjunto de actores que, hacen llegar el producto final ya sea en fresco o procesado al cliente final. Contemplan operaciones de transporte y almacenamiento donde se requieren insumos tecnológicos en la cadena de frío.

En algunos supermercados como Surtifruver de la sabana se exhibe la mora en góndolas de refrigeración y empaques que permiten la respiración del producto (ver Figura 1-8).

**Figura 1-8. Exhibición de la mora de Castilla en Surtifruver de la sabana.**

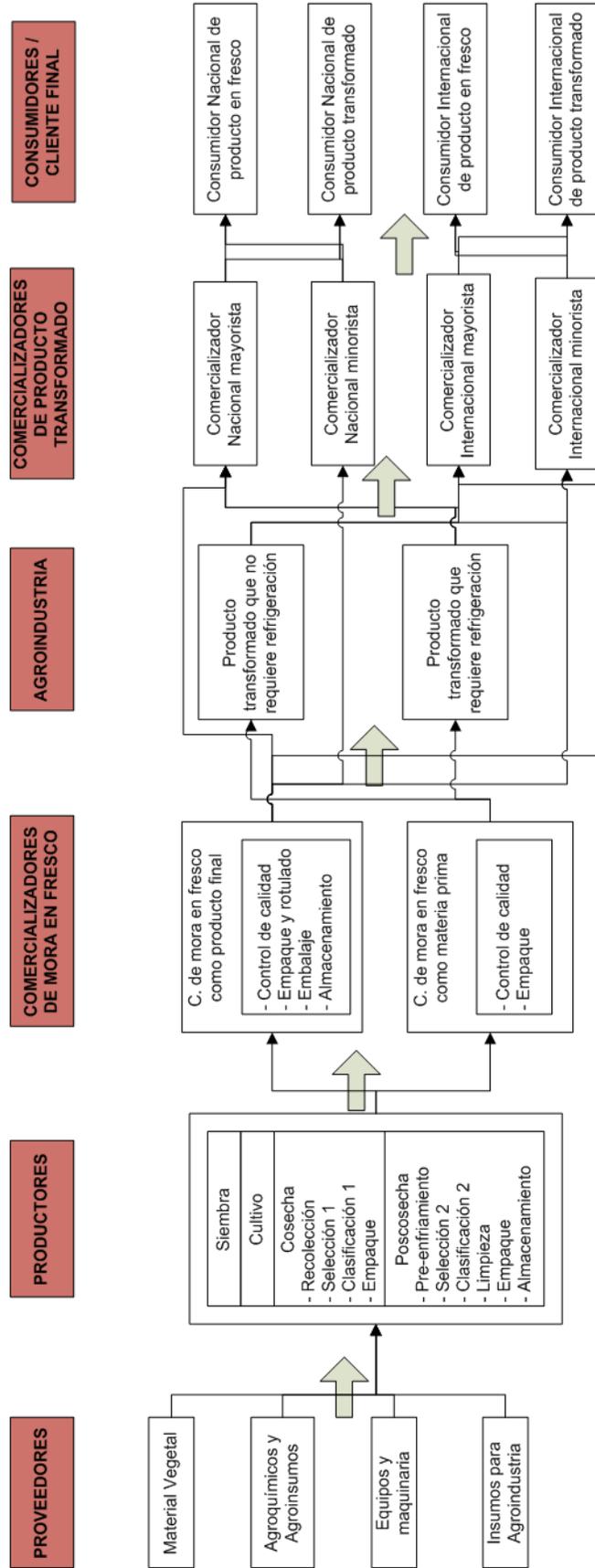


### **Cliente final**

Destino final del producto, ruptura de la cadena de frío, no se contemplan por parte del cliente manejos específicos para el material vegetal en fresco ni el procesado, hasta llegar a las unidades de vivienda.

A partir de la descripción del proceso productivo, se tiene claridad en la manera como los actores de la cadena productiva se articulan para generar procesos de integración en términos de eslabonamiento y segmentación. Desde el punto de vista de eslabones y segmentos en la Figura 1-9 se presenta la diagramación de la cadena productiva de la mora de castilla en el contexto nacional.

Figura 1-9. Modelo de la cadena productiva de la mora de castilla en Colombia



Fuente: Elaboración propia a partir de (Montalvo Vargas, 2010), (Universidad Nacional de Colombia, 2006), (Bonilla C., y otros, 2010) (Bonilla C., y otros, 2009)

### 1.3.2 Indicadores de la cadena productiva de la mora de castilla

En el presente acápite se presentan los indicadores y estadísticas de desempeño de la cadena productiva de la mora de castilla entre los cuales se analiza el área destinada a la producción, la producción, los rendimientos, los principales departamentos productores, costos de producción, entre otros.

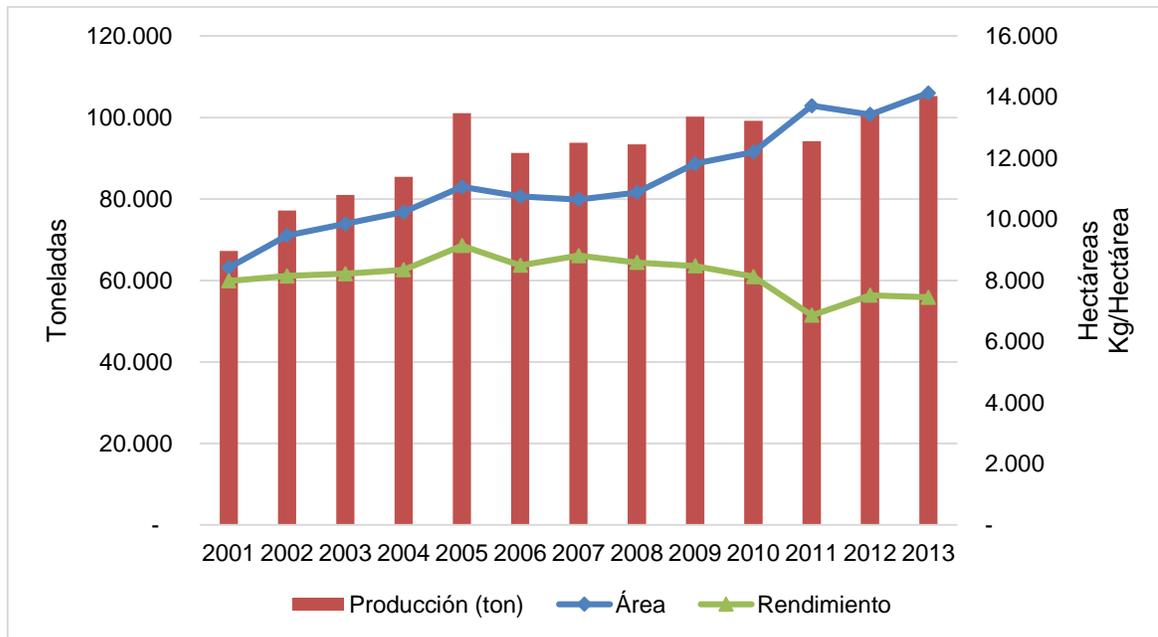
#### ▪ Indicadores de producción a nivel nacional

Se ha visto una tendencia de crecimiento en el área destinada a la producción nacional de mora de castilla, pasando de 3.167 hectáreas en 1992 a 14.135 hectáreas en 2013 que corresponde a un crecimiento del 346% en 21 años y desde el 2001 el crecimiento ha sido del 68%.

En cuanto a la producción en el año 2011 disminuyó considerablemente dadas las condiciones climáticas del país en el cual el fenómeno de la niña incrementó la intensidad de las lluvias (Cadena Nacional de la Mora, 2011), el crecimiento desde 1992 a 2013 ha sido del 368% pasando de 22.476 a 105.285 toneladas y en los últimos 12 años ha sido del 57%. Respecto al rendimiento de la producción en 1992 fue de 7,1 toneladas por hectárea y en 2013 de 7,13. En rendimiento más bajo en los últimos 12 años fue de 6,8 toneladas por hectárea en el año 2011 debido las condiciones climáticas ya abordadas. Por otra parte, el rendimiento más alto fue de 9,14 toneladas por hectárea y se obtuvo durante el año 2005.

La Figura 1-10 presenta el comportamiento del área destinada de producción en hectáreas, la producción anual nacional en toneladas y los rendimientos nacionales en kilogramos por toneladas para el periodo comprendido entre los años 2001 a 2013.

**Figura 1-10. Área, producción y rendimientos de la mora de castilla a nivel nacional para los años 2001 a 2013**

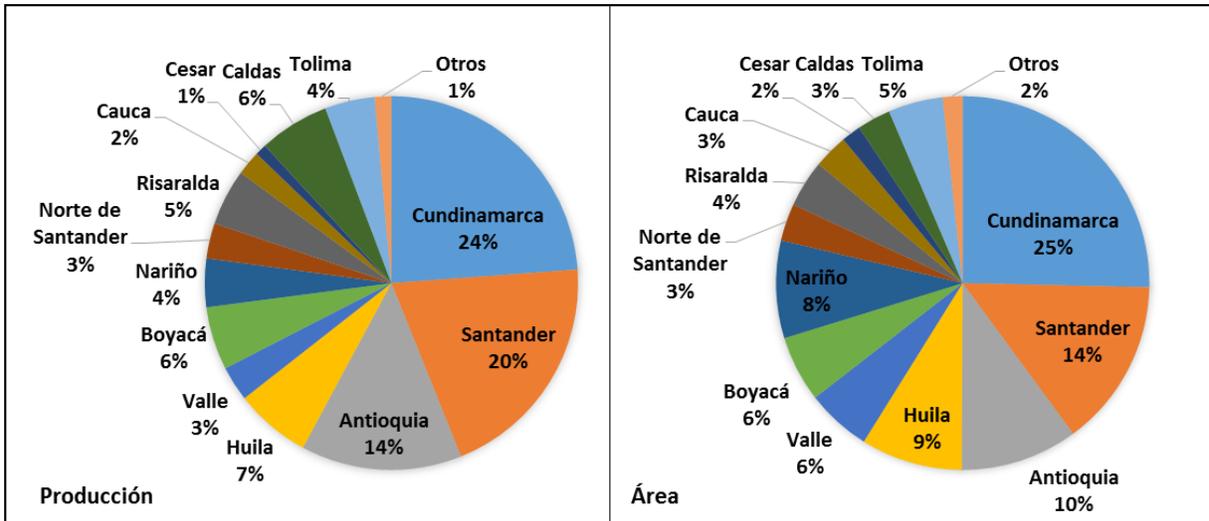


Fuente: AGRONET y Secretaría de la Cadena Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

▪ **Indicadores de producción a nivel departamental**

A nivel nacional se encuentran seis (6) regiones productoras de mora agrupadas geográficamente: la primera la conforman los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Tolima; la segunda Santander, Norte de Santander y Cesar, la tercera Antioquia; la cuarta Huila; la quinta Valle, Cauca y Nariño y finalmente Caldas y Risaralda. Los departamentos que se destacan en mayor producción y en área destinada a la producción de mora son Cundinamarca (24% y 25%), Santander (20% y 14%) y Antioquia (14% y 10%). Los departamentos con menor participación son Cesar, Cauca, Nariño, Caldas, Tolima, Norte de Santander y Risaralda (ver Figura 1-11). A partir de la figura se evidencia que más del 50% de la producción de mora a nivel nacional en el año 2013 se concentra en los departamentos de Cundinamarca, Santander y Antioquia.

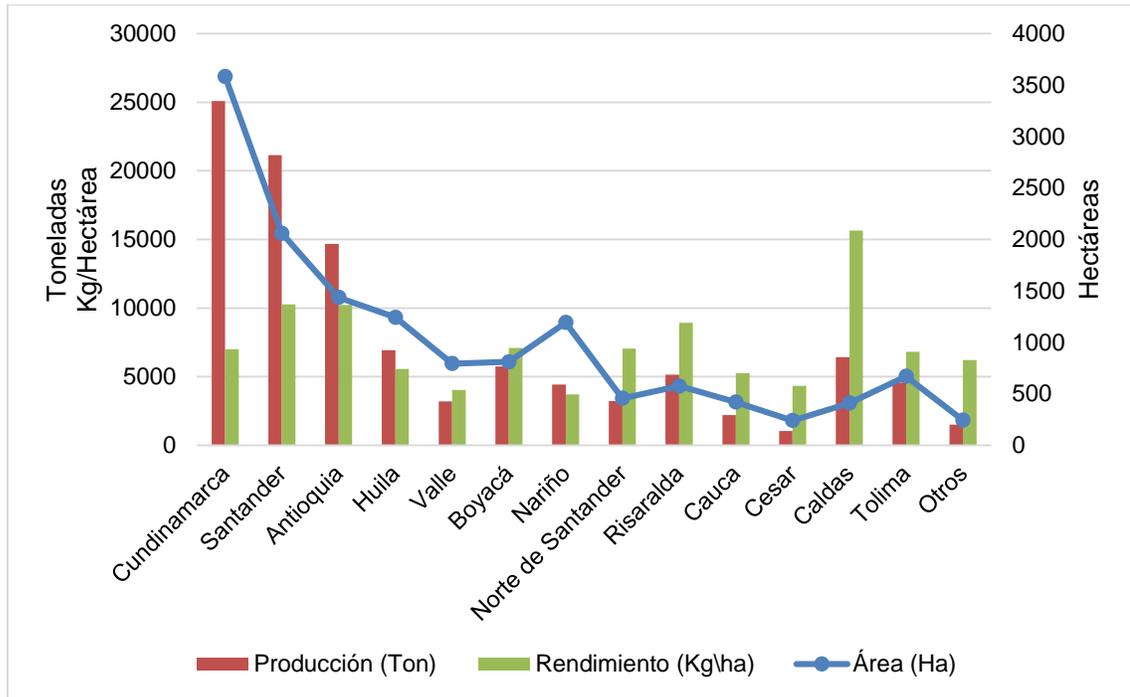
**Figura 1-11. Porcentajes de participación por departamentos en producción y área destinada a la producción de mora durante el 2013**



Fuente: Elaborado a partir de datos de AGRONET y de la Secretaría de la Cadena Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

La Figura 1-12 presenta para el año 2013 el comportamiento departamental de la producción, el área destinada a la producción y los rendimientos. A partir de los porcentajes detallados en la figura anterior, se evidenció la representatividad de los departamentos de Cundinamarca, Santander y Antioquia tanto en producción como en área destinada a la producción; sin embargo analizando el indicador de rendimiento para 2013, se obtuvo que el rendimiento promedio fue de 7,28 toneladas por hectárea. Los departamentos que durante el 2013 tuvieron rendimiento superior al promedio fueron: Caldas (15,6), Santander (10,3), Antioquia (10,2) y Risaralda (8,9). Aunque el departamento de Cundinamarca el más representativo tanto en producción como en área destinada a la producción, se evidenció que no es el más representativo en rendimiento, sin embargo no está alejado del promedio nacional ya que en 2013 el rendimiento de este departamento fue de 7,01 toneladas por hectárea.

**Figura 1-12. Producción, área destinada a la producción y rendimientos de mora de castilla por departamento en el año 2013.**



Fuente: Elaborado a partir de datos de AGRONET y de la Secretaría de la Cadena Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

▪ **Precios del mercado de mora**

Respecto a los precios mayoristas de la mora de castilla en el territorio nacional para el año 2011, se presentan diferencias en los precios en cada una de las ciudades siendo en promedio el valor más alto de \$2.700 por kilogramo y el valor mínimo de \$1.009 correspondientes a los municipios de Buenaventura y Pamplona (Norte de Santander) respectivamente (ver Tabla 1-8). En promedio los precios más altos son en Armenia, Duitama, Bogotá, Barranquilla y Cali.

**Tabla 1-8. Precio mayorista semanal de la mora de castilla por kilogramo. Semana del 4 al 10 de julio de 2015.**

PRECIO MAYORISTA SEMANAL DE MORA (PESOS / KG DE FRUTA)			
Semana del 4 al 10 de julio de 2015			
Mercado	Precio Mínimo	Precio Máximo	Precio Promedio
Armenia, Mercar	2.200	2.800	2.594
Barranquilla, Barranquillita	1.920	3.000	2.430

<b>PRECIO MAYORISTA SEMANAL DE MORA (PESOS / KG DE FRUTA)</b>			
<b>Semana del 4 al 10 de julio de 2015</b>			
<b>Mercado</b>	<b>Precio Mínimo</b>	<b>Precio Máximo</b>	<b>Precio Promedio</b>
Barranquilla, Granabastos	1.920	2.800	2.360
Bogotá, D.C., Corabastos	1.846	2.308	2.014
Bucaramanga, Centroabastos	1.360	2.000	1.667
Buenaventura (Valle del Cauca)	2.400	3.000	2.700
Cali, Cavasa	1.840	1.840	1.840
Cali, SantaHelena	1.600	1.600	1.600
Cartagena, Bazurto	2.000	3.200	2.637
Cartago (Valle del Cauca)	2.000	2.400	2.133
Chiquinquirá(Boyacá)	1.429	1.800	1.589
Cúcuta, Cenabastos	1.500	2.000	1.673
Cúcuta, La Nueva Sexta	1.667	2.000	1.889
Duitama (Boyacá)	2.000	2.000	2.000
Ibagué, Plaza La 21	1.600	2.000	1.817
Ipiales (Nariño), Ipiales somos todos	1.000	1.250	1.135
Manizales (Caldas)	2.500	2.800	2.600
Marinilla (Antioquia)	1.200	1.500	1.375
Medellín, Central Mayorista de Antioquia	1.000	1.500	1.273
Medellín, Coomerca	1.200	1.300	1.247
Montería (Córdoba)	1.667	2.000	1.833
Neiva, Surabastos	1.280	1.760	1.460
Palmira (Valle del Cauca)	1.600	1.760	1.627
Pamplona (Norte de Santander)	800	1.200	1.009
Pasto (Nariño)	1.625	2.000	1.865
Pereira, La 41	2.000	2.200	2.100
Pereira, Mercasa	1.800	2.000	1.867
Popayán (Cauca)	1.600	1.760	1.640
Rionegro (Antioquia)	1.600	2.200	1.917
San Gil (Santander)	960	1.200	1.093
San Vicente (Antioquia)	1.500	1.600	1.550
Sincelejo (Sucre)	1.500	1.700	1.611
Socorro (Santander)	1.400	2.000	1.700
Sogamoso (Boyacá)	2.000	2.000	2.000
Tuluá (Valle del Cauca)	1.760	1.920	1.813
Tunja (Boyacá)	2.200	2.500	2.360
Ubaté (Cundinamarca)	2.250	2.250	2.250
Valledupar, Mercabastos	2.400	2.400	2.400

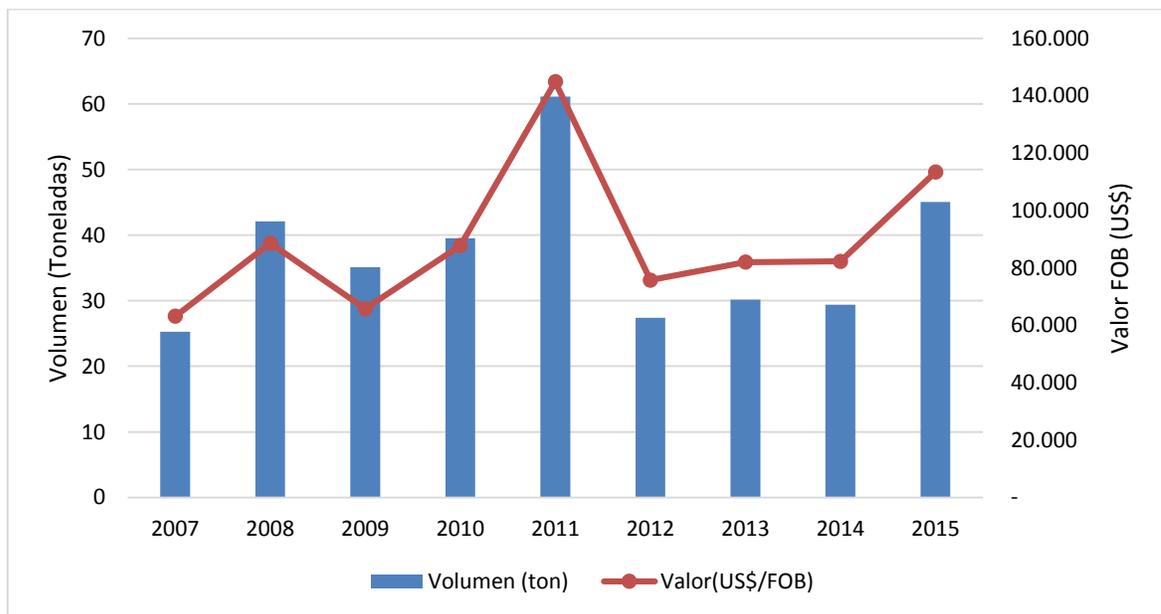
PRECIO MAYORISTA SEMANAL DE MORA (PESOS / KG DE FRUTA) Semana del 4 al 10 de julio de 2015			
Mercado	Precio Mínimo	Precio Máximo	Precio Promedio
Villavicencio, CAV	2.000	2.500	2.229
Yopal (Casanare)	1.875	2.250	2.063

Fuente: (MADR, 2015)

▪ **Exportaciones**

En el año 2011 se presentó un crecimiento de las exportaciones de mora, aunque este fue el año de menor producción en el país. Sin embargo durante los años 2012 al 2014 las exportaciones disminuyeron significativamente (Figura 1-13), debido a la calidad de la fruta, el aumento en la utilización de insumos agrícolas no permitidos por los mercados internacionales, principalmente lo relacionado con las trazas de pesticidas. Las exportaciones de mora durante en el año 2015 se han concentrado principalmente en Estados Unidos, España, Reino Unido, Australia y Panamá.

Figura 1-13. Exportaciones nacionales de mora de 2007 a 2015.



Fuente: (MADR, 2015)

### ▪ Empleos directos e indirectos

El cultivo de frutales genera en promedio 0,64 empleos directos por hectárea y 2,3 indirectos para 2,94 empleos por hectárea, dentro de este grupo se tiene que el cultivo de la Mora genera 2,6 empleos directos y 0,8 empleos indirectos para un total de 3,4 empleos (ver Tabla 1-9). A partir de estas cifras se infiere que existe una mayor estabilidad laboral en el cultivo de mora dado que se generan más empleos directos por hectárea, lo cual constituye una ventaja en este cultivo. Lo cual hace que la mano de obra se establezca y se mantenga.

**Tabla 1-9. Empleos directos e indirectos generados por el cultivo de la mora.**

<b>AÑO</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>No. Empleos Directos</b>	<b>No. Empleos indirectos</b>	<b>Empleos totales</b>
2005	11.059	28.753	8.847	37.601
2006	10.748	27.945	8.598	36.543
2007	10.648	27.685	8.518	36.203
2008	10.878	28.283	8.702	36.985
2009	11.821	30.735	9.457	40.191
2010	12.204	31.730	9.763	41.494
2011	13.718	35.667	10.974	46.641
2012	13.432	34.923	10.746	45.669
2013	14.135	36.751	11.308	48.059
2014*	14.350	37.310	11.480	48.790
2015*	14.550	37.830	11.640	49.470

**Fuente: Alianza de la Mora del Valle del Cauca, Secretario de la Cadena Carlos Escobar citado por (MADR, 2015).**

### ▪ Costos de producción

Según las estimaciones del Consejo Nacional de la Cadena el 40% de la producción se destina al mercado industrial y el 60% para el mercado en fresco. Adicionalmente se han incrementado los precios de los insumos, el transporte y la mano de obra, lo cual ha afectado al sector agropecuario y morero. Actualmente el costo nacional promedio de producción por kilogramo de mora es de \$1.096.

Tabla 1-10. Costos de producción de mora.

CONCEPTO	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO	TOTALES
Costo establecimiento Ha	10.033.559					10.033.559
Costo sostenimiento		8.898.611	8.594.711	8.841.661	8.574.711	34.909.695
Fondo hortofrutícola	21.236	214.500	214.500	214.500	214.500	879.236
Ingresos brutos	1.633.500	16.500.000	16.500.000	16.500.000	16.500.000	67.633.500
Utilidad bruta		-2.646.670	7.690.789	7.443.839	7.710.789	21.811.010
Producción en kg.	990	10.000	10.000	10.000	10.000	40.990
Costo de producción por kg.						1096

Fuente: Datos del Secretario de la Cadena Ing. Carlos Escobar citado por (MADR, 2015).

## 1.4 Caracterización de la cadena productiva de la papa criolla

La papa es uno de los productos básicos de la seguridad alimentaria para muchas regiones del mundo, y es el producto agrícola de mayor consumo (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009), por encima del arroz, el maíz, entre otros, teniendo unos volúmenes transados considerables en el mundo. La papa posee los mayores recursos genéticos conocidos para un cultivo y presentes en una gran cantidad y diversidad de especies y variedades existentes (Gobernacion de Cundinamarca; Federacion Colombiana de productores de papa, 2009), y cuenta con variedades resistentes y productivas, adaptables a diferentes condiciones climáticas.

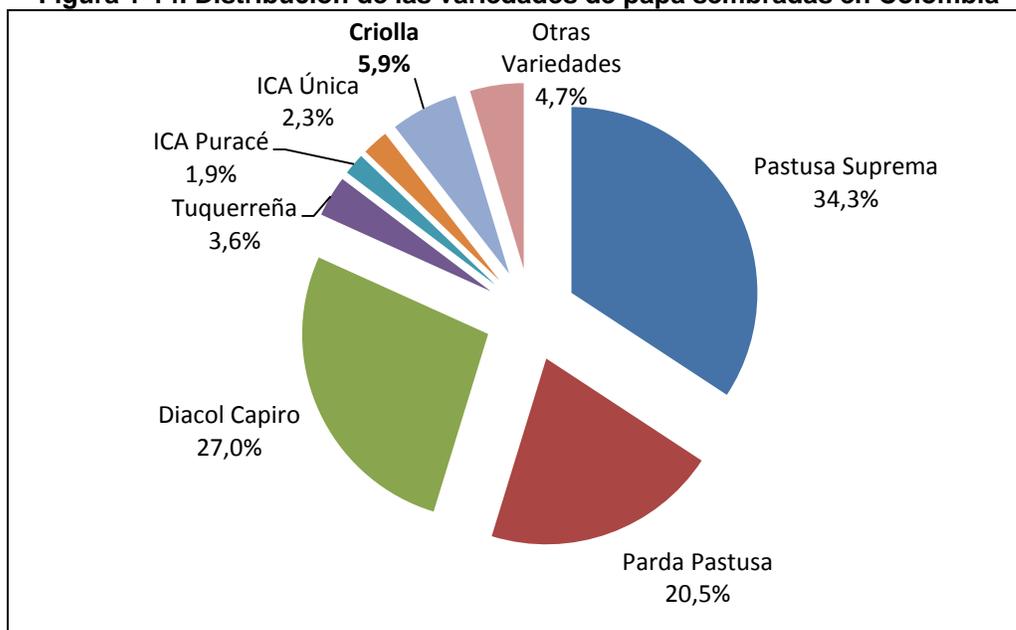
De acuerdo con Bonilla et. al., en el país existen más de 30 variedades de papa pero sólo 10 de ellas cuentan con importancia comercial (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009). La variedad Pastusa Suprema es la más cultivada con 46.117 Ha en el año 2009, participando con el 34,3% del total nacional y la que se consume en mayor cantidad, básicamente en estado fresco<sup>7</sup>, le sigue en área cultivada las variedades *Diacol Capiro* con el 27% y Parda Pastusa con el 20,5% como se observa en la Figura 1-14. La variedad criolla (*Solanum Phureja*) participa con 7.888 Ha lo que representa el 5,9% del total

<sup>7</sup> Cifras facilitadas por el Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial-SNCTA y corresponden a información suministrada por el Secretario Técnico Nacional de la cadena de la papa, Héctor José Villarreal Márquez en mayo de 2012, manifestando que no se tiene un registro por variedad más actualizado en el país.

nacional, distribuido en Cundinamarca (2.641 Ha), Nariño (2.051 Ha), Boyacá (1.673 Ha), Antioquia (654 Ha) y los demás departamentos con 870 Ha.

La papa criolla se ha extendido en las partes altas de la región andina, convirtiéndose en una de las papas nativas de Colombia con importancia económica incursionado en las exportaciones como producto étnico autóctono procesado, en forma precocida congelada, salmuera y empacada en vidrio o enlatada (Gobernacion de Cundinamarca;Federacion Colombiana de productores de papa, 2009) (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla, 2009). Dada esta consideración, la papa amarilla se encuentra dentro de los potenciales exportables y fue incluida en la Apuesta Exportadora Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural desde el año 2006, y fue priorizado por la cadena de la papa en 2009 durante el desarrollo de la Agenda prospectiva de Investigación, en donde se definió como mercados objetivos a los consumidores de papa procesada de los países de Japón y Estados Unidos (Uribe Galvis, Fonseca Rodríguez, Bernal Ramos, Contreras Pedraza, & Castellanos Domínguez, 2011) (Gobernacion de Cundinamarca;Federacion Colombiana de productores de papa, 2009).

**Figura 1-14. Distribución de las variedades de papa sembradas en Colombia**



**Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por la Secretaría Técnica Nacional.**

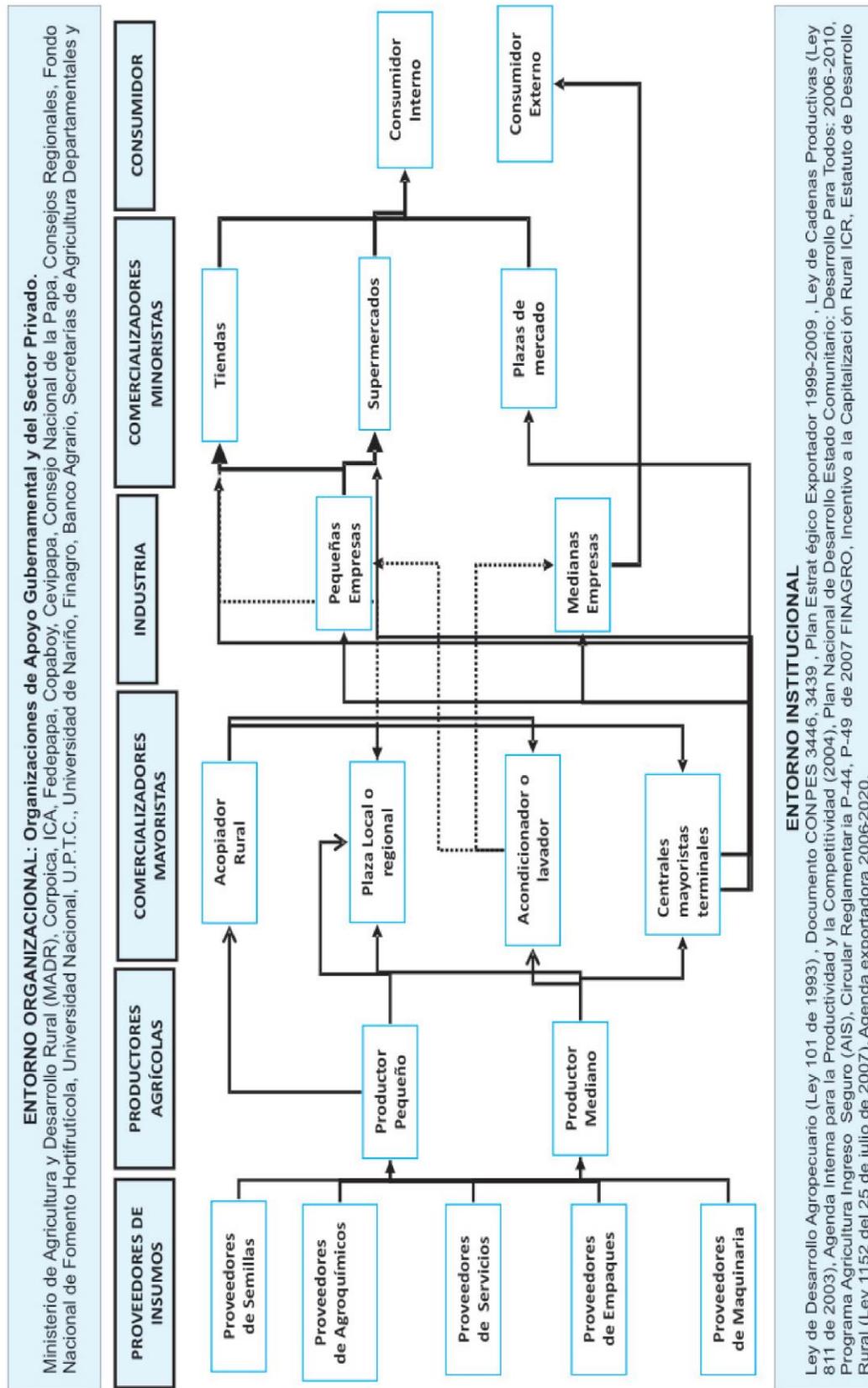
### **1.4.1 Diagramación de la cadena de la papa criolla**

Durante el desarrollo de la Agenda prospectiva de investigación, se esquematizó un modelo de la cadena productiva de la papa criolla, el cual fue el resultado de ejercicios previos al estudio desarrollados por Fedepapa, la Universidad EAFIT, CEVIPAPA, entre otros, y de un proceso de validación realizado por los expertos durante la ejecución del ejercicio, y el cual finalmente fue ratificado con las Secretarías Técnicas de Antioquia, Cundinamarca y Nariño.

El modelo de la cadena productiva está integrado por seis eslabones: proveedores de insumos, productores agrícolas, comercializadores mayoristas, industria, comercializadores minoristas y consumidores como se observa en la Figura 1-15, quienes representan los diferentes actores que desempeñan tareas de intercambio y de agregación de valor al producto.

Esta cadena está formalizada a través del Consejo Nacional de la Papa, el cual fue creado en 1999 y es el órgano asesor del Gobierno en materia de política para la sostenibilidad y competitividad del subsector. En él participan la Federación Nacional de Productores de papa -Fedepapa, organizaciones de productores, proveedores de semillas, industriales, actores del sector investigativo como: Corpoica, la Universidad Nacional de Colombia y un representante por cada Comité Regional de la Cadena (Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas-SIOC, 2012).

Figura 1-15 Esquema de la cadena Productiva de la papa criolla



Fuente: (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009)

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de Bonilla et al, (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla, 2009), los pequeños productores representan el 91,5% de los cultivadores de papa en el país, y desarrollan su actividad en extensiones menores de tres hectáreas produciendo alrededor del 45% del total de la papa en el país. Su producto es comercializado a través de acopiadores transportadores, o llevándola a los mercados locales y regionales; estos productores utilizan poca tecnología, siendo un cultivo en su mayoría no mecanizado principalmente por estar ubicado en terrenos generalmente no aptos para esta, presentándose altas deficiencias en la aplicación de prácticas de manejo del cultivo, poscosecha y un escaso valor agregado. Se estima que solo a un 5% del producto en fresco se le realiza lavado, clasificación y empaque, el 18% de la producción para consumo en fresco se canaliza a través de grandes supermercados de cadena y el 82% restante, se canaliza a través de centrales de abastos, centros mayoristas de origen y plazas locales o regionales.

Con respecto al sector agroindustrial, en el país sólo existen dos tipos de segmentación agroindustrial para la cadena de papa criolla: pequeña y mediana empresa debido a que esta es un sector que se encuentra en expansión, siendo aproximadamente 10 empresas las que se dedican a transformación industrial, como se muestra en la Tabla 7, sin embargo, existen microempresas familiares destinadas a la producción de artículos a partir de papa criolla.

**Tabla 1-11. Principales empresas transformadoras de papa criolla en Colombia.**

EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTO	SEGMENTO
Listo y Fresco	Cali	Precocida	Mediana
Colagrícola Ltda.	Bogotá	Precocida y congelada	Mediana
Congelagro	Bogotá	Precocida y congelada	Mediana
Doña Paula	Medellín	Conserva	Pequeña
Nutrilistos	Bogotá	Papa a la francesa y precocida	Mediana
Comestibles Ricos Ltda.	Bogotá	Chips, Frituras	Mediana
Damaris Narváez	Bogotá		Pequeña
La Pastusita	Pasto	Puré, hojuelas y frituras	Pequeña
Procesadora de alimentos Soracá	Soracá	Precocida y congelada (en proyección)	Pequeña

**Fuente: Grupo ejecutor Corpoica, 2008.**

---

En la actualidad se dispone de un material denominado CLON-1, fruto de la selección de un cultivar de flor roja de la multivariada yema de huevo, la cual en Antioquia y Nariño está registrada como variedad Criolla Colombia”, que ofrece un proceso de congelamiento muy uniforme, permite elaborar harina para producir preformados y posee excelentes características agronómicas y de poscosecha. Algunos empresarios del departamento de Cundinamarca ya han estandarizado el proceso para manejar este clon y lo están exportando a Estados Unidos, Centro América, Europa y Japón, utilizando para ello tres presentaciones: precocida congelada, encurtida y enlatada (Redepapa, 2001, citado por (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009)).

Las pequeñas empresas se caracterizan por procesar tubérculo de papa criolla bajo pedido o en volúmenes muy pequeños que no superan las 15 toneladas por mes y se dedican al procesamiento de una o dos presentaciones de producto de papa criolla, que generalmente es la precocida congelada, sin embargo, la línea de transformación de papa criolla en estas empresas se ha visto afectada por factores como el costo de la materia prima y las deficiencias en calidad que presenta con reiteración el tubérculo para el procesamiento, ocasionando la reducción de la frecuencia y del volumen de los envíos a los mercados externos, lo que ha conllevado a las empresas y al sector investigativo a desarrollar esfuerzos orientados a la estandarización de procesos, así como para el manejo técnico de los problemas de conservación de las características físico químicas de la papa criolla.

Las medianas empresas no solo se dedican al procesamiento de papa criolla, sino también al acondicionamiento y venta de tubérculo en fresco. Poseen la infraestructura necesaria para producir distintas presentaciones de producto entre las que se destacan puré, chips, bocaditos de papa, croquetas, precocidas congeladas, en conserva, entre otros. En el proceso de transformación de tubérculo de papa criolla se pueden determinar las siguientes fases esenciales:

- **Lavado y clasificación.** Se determina con base al diámetro, color, sanidad y firmeza de la corteza.

- **Muestreo.** Se somete previamente a cocción una muestra de tubérculos para determinar la firmeza del mismo después de haberse sometido a vapor, además de determinar si la papa se “negrea” o mancha después del mismo.
- **Cocción con vapor.** Realizada a 7 °C en una caldera especial por 15 minutos (Tiempo máximo para que el tubérculo no se “reviente”, lo cual depende del contenido de la materia seca).
- **Congelación rápida.** Se realiza a una temperatura de –21°C –22°C por medio de la técnica IQF. (*Individual Quick Frozen*) que no es lo común por su alto costo, aunque los resultados son excepcionales.
- **Almacenamiento.** Existen problemas en este punto ya que la papa debe durar más de un año, sin embargo, luego de 6 meses el tubérculo pierde el color característico amarillo brillante. Este problema afecta, general, a toda la industria y es uno de los factores que más requiere de mejoramiento tecnológico.

Estas fases del proceso varían según el tipo de empresa, pero en general las empresas guardan sigilo o reserva sobre las particularidades del mismo y los niveles de desarrollo técnico que cada una va alcanzando (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009).

### 1.4.2 Indicadores de la cadena productiva de la papa criolla

En el presente acápite se presentan los indicadores y estadísticas de desempeño de la cadena productiva de la papa, haciendo énfasis en la papa criolla, entre los cuales se analiza el área cultivada, producción, rendimientos, los principales departamentos productores, costos de producción, entre otros.

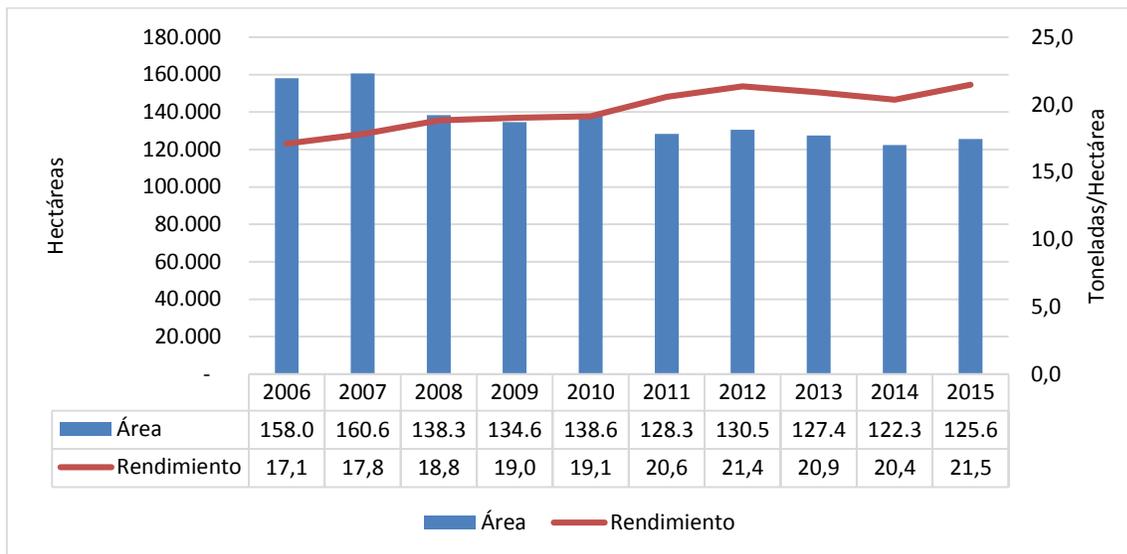
#### ▪ Indicadores de producción a nivel nacional

Es importante aclarar que la confiabilidad que ofrece la información disponible genera ciertos interrogantes, ya que los datos reportados relacionados con la producción, por ejemplo, presentan diferencias grandes entre lo calculado por el Consejo Nacional de la Papa y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), así, para el año 2006, en las estadísticas de la Dirección de Política Sectorial GSI se tiene un área sembrada de

144.084 hectáreas mientras que el Consejo Nacional de la Papa reporta 158.091 hectáreas; para el año 2011, el comportamiento es similar, teniendo 114.039 hectáreas y 128.310 hectáreas para MADR y el Consejo Nacional, respectivamente.

De acuerdo a las cifras del Consejo Nacional, se observa una disminución en el área destinada a la producción nacional de papa (ver Figura 1-16 y Tabla 1-12), presentando un máximo de 160.690 hectáreas en 2007 y de 128.310 hectáreas en el año 2011, lo que representa una caída del 20,15% en ese periodo de tiempo. Esta tendencia de disminución ha continuado teniendo como resultado en el 2014 un área sembrada de 122.300 hectáreas, que corresponde a una caída del 24% frente al 2007. Esta disminución se ha debido principalmente a factores climáticos presentados en el país como la ola invernal, y los fenómenos del niño y de la niña.

**Figura 1-16. Área sembrada y rendimiento a nivel nacional para la papa durante los años 2006 a 2014.**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de AGRONET y Consejo Nacional de la Papa.

Respecto al rendimiento del cultivo, se observa que a pesar de las adversidades climáticas, este ha presentado un incremento paulatino, pasando de 17,1 toneladas por hectárea en 2006 a 21,4 en el año 2012, para los años 2013 y 2014 ha disminuido este indicador debido a menor área destinada a la siembra de la papa. Durante el 2015 se reportó un rendimiento de 21,5 toneladas por hectárea muy similar al del año 2012.

En cuanto a la producción en el año 2009 disminuyó en un 10,5%, respecto al 2006, dadas las condiciones climáticas del país como se observa en la Tabla 1-12, pasando de 2.859.631 a 2.558.797 toneladas, y se presentó cambio en esta tendencia ya que para lo corrido del año 2015 se reportó producción de 2.696.660 toneladas, lo cual significa un incremento del 5,4% respecto a lo registrado en el 2011. Sin embargo el año de mayor producción fue el 2012 con 2.788.050 toneladas. El Departamento con mayor participación en la producción es Cundinamarca con el 38,5% de la producción del año 2014, seguido de Boyacá con el 27% y Nariño con el 19,4%. Este mismo orden se refleja en el rendimiento siendo de 21%, 20,7% y 20,5% respectivamente. Sin embargo en el año 2011 se destacó el departamento de Nariño por presentar mejores rendimientos con un registro de 22,2 toneladas por hectárea, comparado con los 20,4 y 20,7 registrados por Boyacá y Cundinamarca respectivamente.

**Tabla 1-12. Producción de papa por Departamentos**

Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Antioquia	245.154	252.050	230.745	209.050	168.172	134.200	153.600
Boyacá	703.410	725.305	719.400	764.500	709.000	672.000	697.500
Cundinamarca	984.080	1.031.005	1.039.600	1.064.400	1.001.376	958.200	1.055.300
Nariño	413.023	425.045	443.300	494.500	509.400	484.400	514.020
Otros	213.130	219.044	205.855	255.600	276.052	242.000	276.240
<b>Total</b>	<b>2.558.797</b>	<b>2.652.449</b>	<b>2.638.900</b>	<b>2.788.050</b>	<b>2.664.000</b>	<b>2.490.800</b>	<b>2.696.660</b>

**Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AGRONET y Consejo Nacional de la Papa.**

En relación a la producción de papa criolla en Colombia, en la Tabla 1-13 se muestra los indicadores de área, producción y rendimiento. El área dedicada al cultivo de papa criolla es relativamente modesta comparada con el área dedicada a papa común como se mencionó en apartes anteriores. Entre el periodo comprendido entre 2002 y el 2009 representó apenas entre un 5,6 y 6% de ésta. El área sembrada de papa criolla pasó de 6.520 hectáreas en 2002 a 10.091 en 2013, presentando un crecimiento del 31% en 2013 frente al año 2012 y de 54,8% frente al 2002.

**Tabla 1-13. Indicadores Básicos Cultivo de Papa Criolla en Colombia 2002- 2013**

<b>Año</b>	<b>Área (hectáreas)</b>	<b>Producción (toneladas)</b>	<b>Rendimiento (toneladas/hectárea)</b>
2002	6.520	61.937	9,5
2003	7.354	69.865	9,5
2004	7.255	68.922	9,5
2005	6.800	64.600	9,5
2006	7.090	68.029	9,6
2007	7.541	74.491	9,9
2008	7.502	113.727	15,1
2009	8.340	122.895	14,7
2010	10.280	146.960	14,3
2011	8.150	118.516	14,5
2012	7.708	100.530	13,0
2013	10.091	138.143	13,7

**Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural citado por (Bonilla Cortés, Cardozo Puentes, & Morales Castañeda, 2009) y AGRONET.**

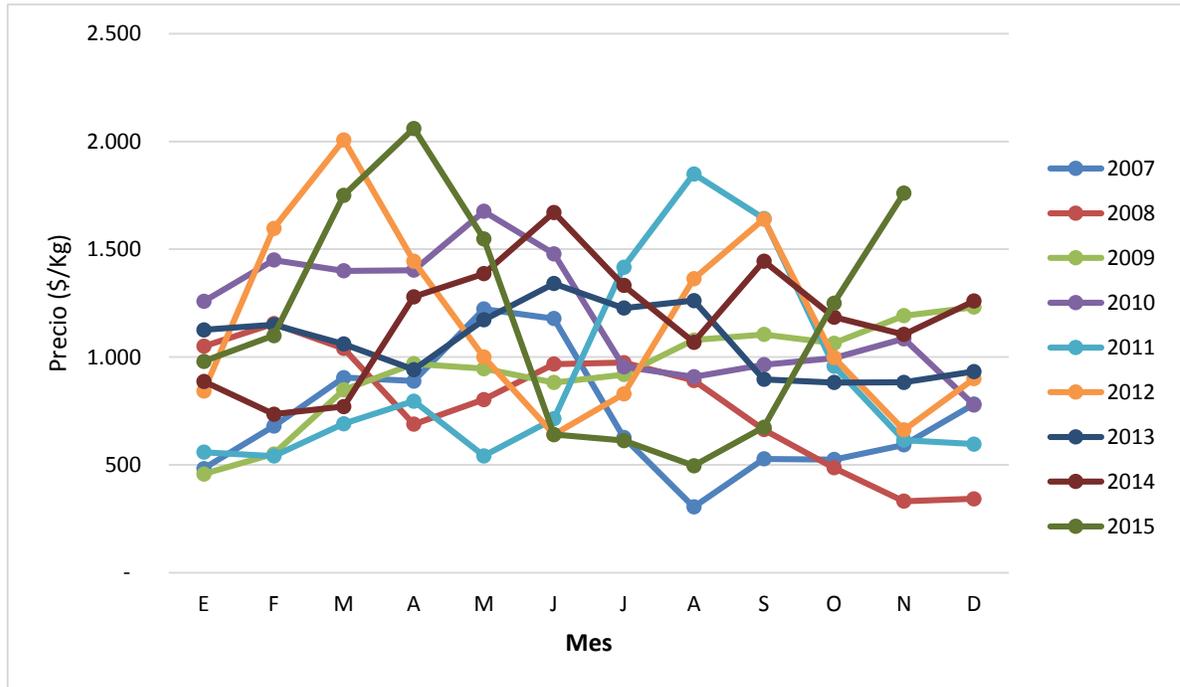
Como se mencionó anteriormente, existe discrepancia entre las cifras suministradas por las diferentes entidades, es así el caso, para papa criolla, el Consejo Nacional de la Cadena registra un área de 7.888,5 hectáreas 253 menos que las registradas por el MADR. También existen diferencias entre los datos de Agronet dado que para el año 2006 se reportan 1.984 toneladas, una diferencia de 4.536 toneladas frente a la información del Consejo de la cadena. Actualmente se estima que el rendimiento del cultivo de la papa criolla es de 13,7 toneladas por hectárea de acuerdo a lo reportado para el año 2013. El rendimiento de este cultivo ha ido bajando desde el año 2009 donde con rendimiento de 14,7 toneladas por hectárea.

#### ▪ **Precios del mercado de papa criolla**

Respecto a los precios mayoristas de la papa criolla, se evidencia que el precio promedio anual se incrementó drásticamente en un 61% entre el año 2007 y el 2015, pasando de \$727 por kilogramo en 2007 a \$1.170 en 2015, en el año 2010 se presentó el precio promedio más alto \$1.196 por kilogramo. Durante el período de análisis, únicamente en los años 2012 y 2015 se alcanzó un valor superior a \$2.000 por kilogramos, para los meses

de marzo (\$2.007) y abril (\$2.060) respectivamente. Siendo el valor del 2015 el más alto en el periodo de observación.

**Figura 1-17. Precios pagados al productor de Papa Criolla (Solanum phureja) sin lavar en Corabastos.**



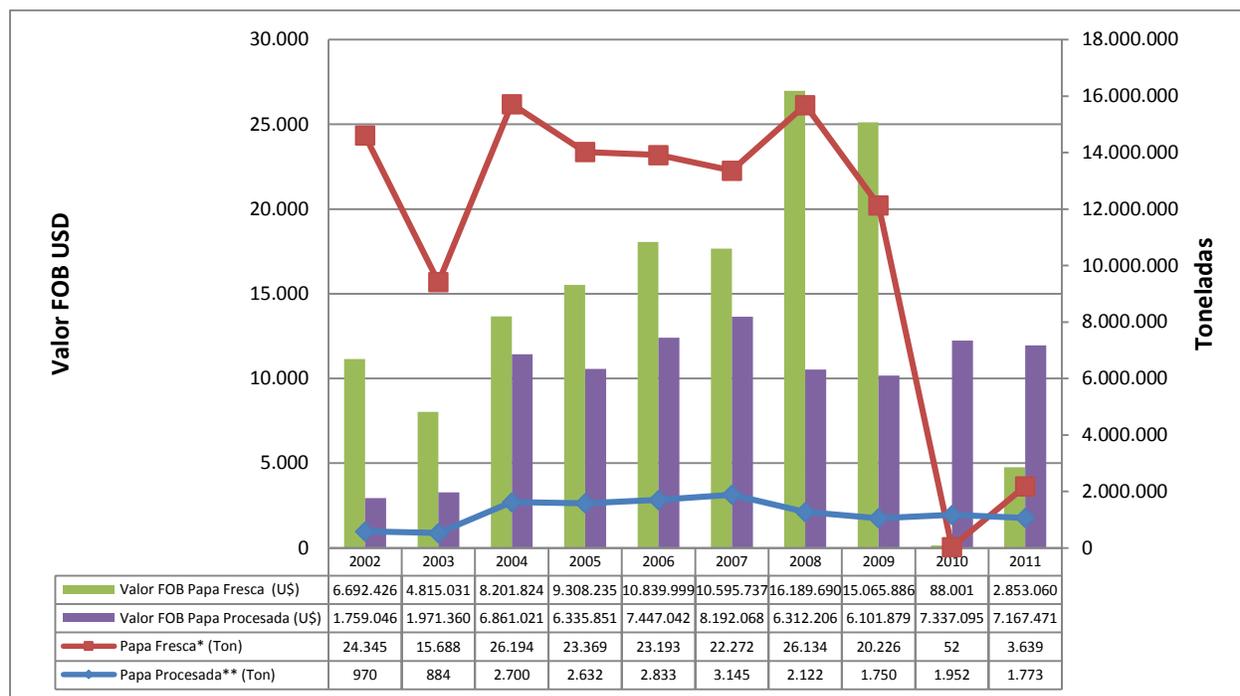
Fuente: Elaborado a partir de (Consejo nacional de la cadena agroalimentaria de la papa, 2012) y AGRONET.

▪ **Exportaciones**

Las exportaciones de papa fresca presentaron una tendencia creciente entre 2003 y 2009, como se observa en la Figura 1-18, sin embargo en el 2010 cayeron drásticamente registrando solo 52 toneladas exportadas, debido principalmente a los problemas climáticos registrados en el país y a la disminución de las exportaciones a Venezuela, el principal cliente de este producto. En relación a la papa procesada, se observa un incremento entre el año 2002 a 2007, pasando de 970 Ton exportadas a 3.145 Ton en 2007, sin embargo desde ese año se han presentado disminuciones en la exportación registrando en 2011 1.773 Ton. En el año 2011, el principal destino de las exportaciones de papa fresca fue Venezuela con el 99,9%, mientras que para papa procesada fue

Panamá con el 29,5% de las exportaciones, seguido de USA con 22% y Japón con 20,6%, afianzando estos 2 últimos como mercados potenciales para papa criolla.

**Figura 1-18. Exportaciones nacionales de Papa fresca y procesada 2002-2011**



\* Incluido semilla

\*\* Todas las subpartidas arancelarias

Fuente: Agronet, Cálculos Secretaría Técnica CNP.

Aunque el país no ha tenido continuidad en las exportaciones, la papa criolla procesada, en forma precocida congelada, salmuera y empacada en vidrio o enlatada es reconocida en el mundo y existen países que lo demandan, entre otros, Estados Unidos, España, Japón y Francia. Dada esta consideración, la papa amarilla se encuentra dentro de los potenciales exportables y se incluyó en la Apuesta Exportadora Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural desde el año 2006. Entre los aspectos que más han limitado éste importante mercado, se encuentran los exigentes grados de selección y clasificación solicitados por los países de destino, con lo cual, solamente entre un 20 y 25% del producto cosechado, sería apto para el procesamiento industrial de producto precocido congelado (Gobernacion de Cundinamarca; Federacion Colombiana de productores de papa, 2009).

### ▪ Costos de producción

De acuerdo a las estimaciones del Consejo Nacional de la Cadena de papa (Consejo nacional de la cadena agroalimentaria de la papa, 2012), Los insumos para el departamento de Nariño representan el 44,4% del total de sus costos de producción, comparado con el 39,3% que representa para Antioquia y el 36,1% para el altiplano Cundibobayence como se observa en la Tabla 1-14. Respecto al costo de la mano de obra, en la región del altiplano se presentan los más altos costos con \$ 2.943.750, lo que representa el 34,1% de los costos, mientras que las regiones de Nariño y Antioquia este rubro representa el 27,7% y 29,8% respectivamente. El precio por kilogramos más competitivo lo registra Nariño con \$727 por kilo dado por el rendimiento mayor que presenta este cultivo respecto a las demás regiones.

**Tabla 1-14 Costo promedio producción por Hectáreas de papa criolla sin lavar 2011.**

Ítem	Altiplano Cundiboyacense	Nariño	Antioquia
Semilla	580.000	651.000	900.000
Enmiendas, abonos, fertilizantes	1.339.338	2.026.950	1.674.622
Plaguicidas y coadyuvantes	900.831	1.135.180	994.979
Empaques	296.352	189.720	208.000
<b>Insumos</b>	<b>3.116.521</b>	<b>4.002.850</b>	<b>3.777.601</b>
Maquinaria y preparación suelo	235.000	440.000	666.000
Mano de Obra	2.943.750	2.496.000	2.860.000
Transporte	705.450	690.500	687.000
<b>Total Costos Directos</b>	<b>7.000.721</b>	<b>7.629.350</b>	<b>7.990.601</b>
Costos Indirectos	1.636.722	1.384.917	1.612.628
<b>Total Costos de Producción</b>	<b>8.637.443</b>	<b>9.014.267</b>	<b>9.603.229</b>
Costo Unitario \$/Kg	914	727	923
Rendimiento Total	13,5	15,5	13
Rendimiento en papa comercial	9,45	12,4	10,4

**Fuente: Elaborado a partir de (Consejo nacional de la cadena agroalimentaria de la papa, 2012).**



## 2. Cadena de frío

La cadena de frío se ha utilizado para el manejo poscosecha de frutas y hortalizas con el fin de prolongar la vida útil disminuyendo la tasa de respiración y la producción de etileno y así, evitar y/o reducir los volúmenes de pérdidas presentes en el país, que en algunos casos superan el 50% de la producción (PROEXPORT, 2009) y (Reyes Méndez & Gutiérrez Ortiz, s.f). De esta manera, el control de la cadena de frío como un elemento constitutivo, integrativo y paralelo a la cadena productiva es vital para preservar la integridad y calidad de productos hortofrutícolas refrigerados a fin de cumplir con las exigencias del mercado y de la industria junto con las buenas prácticas agrícolas y de manufactura.

Para el presente estudio se entenderá la cadena de frío como la sucesión de procesos logísticos (producción, almacenaje, distribución, embalajes, transporte, carga y descarga, venta directa) con una temperatura y humedad relativa controlada, desde el momento inicial de la producción hasta el consumidor final (PROCOLOMBIA, 2014).

El adecuado manejo de la cadena de frío puede convertirse en una ventaja competitiva, sin embargo su mal manejo constituye un riesgo potencial convirtiéndose en un factor crítico, para (Reyes Méndez & Gutiérrez Ortiz, s.f) la temperatura y la humedad relativa son las principales variables a evaluar dentro de un sistema de cadena de frío. Al ser un factor crítico debe integrarse con herramientas como puntos críticos de control, programas de seguridad y calidad alimentaria, de tal manera que se constituya una metodología integral de manejo de productos alimenticios desde el productor primario hasta el consumidor final (Rediers, Claes, Peeters, & Willems, 2009).

Según (Friend & Frohmader, 2000), la cadena de frío involucra dos componentes principales, uno para el pre-enfriamiento y otro para su sostenimiento. El pre-enfriamiento es utilizado para retirar el calor latente del producto y desacelerar la velocidad de respiración del producto y debe llevarse a cabo en un tiempo corto después de la cosecha

---

para la mayoría de los productos hortofrutícolas de exportación, pero lo cual existen varios métodos como: el aire forzado, los sistemas de refrigeración, inmersión, refrigeración de vacío o mediante el uso de hielo, entre otros; los cuales dependerán del volumen cosechado y disponibilidad técnico económica. El almacenamiento en frío debe estar disponible mientras el producto está a la espera del transporte el cual también es refrigerado, en caso de exportaciones se requerirá materiales complementarios, como los envases con atmósfera modificada y controlada, (e-contenedores), entre otros para evitar el calentamiento del producto en tránsito, o los paquetes de gel, los cuales también podrían ser utilizados en la exportación de flores de corte determinado.

El enfoque de (Friend & Frohmader, 2000), también lo plantea (Joshi, Banwet, & Shankar, 2010), quienes indican que la cadena de frío empieza desde la producción (cosecha y pre-enfriamiento) y continúa a través de la manipulación del producto, el procesamiento, la distribución y comercialización (nivel de consumidor), en donde se aplican las prácticas de enfriamiento.

A partir de lo anterior la cadena de frío comprenderá tanto los equipos como los procedimientos utilizados para mantener los productos perecederos en un ambiente acondicionado (Bogataj, Bogataj, & Vodopivec, 2005), con las características adecuadas para el consumidor final.

En la última década con la aparición de una serie de intoxicaciones alimentarias y otras enfermedades relacionadas con los alimentos, los consumidores están más preocupados por la calidad e inocuidad de los alimentos (Griffith, 2006), de modo que sus exigencias son cada vez mayores en cuanto a la calidad de los alimentos y las garantías de seguridad, transparencia e integridad en toda la cadena alimentaria. De acuerdo a lo expuesto por (Joshi, Banwet, & Shankar, 2010), investigadores como (Berger, Bogataj, Fearne & Hughes, Mangina & Vlachos, Montanari, Regattieri, Gamberi, & Manzini, Valeeva, Huirne, Meuwissen, & Lansink, entre otros), han discutido el mantenimiento de una cadena de frío en ciertos enlaces (agricultor/productor-procesador-distribuidor-minorista) y demostraron que la cadena de frío es a menudo interrumpida alterando así las características del producto y deteriorando su calidad y cómo esta interrupción puede ser subsanada. A partir de los análisis realizados sobre los eslabones, (Terpstra, Steenbekkers, de Maetelaere, &

Nijhuis, 2005) citado por (Joshi, Banwet, & Shankar, 2010), se considera el de los consumidores como el más débil de la cadena de frío en cuanto a calidad y seguridad, de modo que los esfuerzos generados a lo largo de la cadena para obtener un producto con características específicas para un mercado, empieza a perder calidad, lo anterior se debe a la falta de divulgación para el consumidor referente a la importancia de no interrumpir la cadena de frío.

El control de la cadena de frío efectiva permite reducir el desperdicio alimentario, garantizando la calidad y duración de los alimentos desde su cosecha hasta el consumidor final. Según (IMechE, 2013) citado por (PROCOLOMBIA, 2014), *“hasta el 50% de las frutas y verduras que se producen en la India y el África subsahariana se desperdician, el 25% de la leche que se produce en Tanzania se daña, un 97% de la carne se comercializa sin refrigeración, lo que aumenta el riesgo de toxiinfecciones alimentarias y el desperdicio”*. En Colombia, según el Ministerio de Salud y la FAO (2012), en Colombia, durante el año 2010 se desperdiciaron en la poscosecha, 1.426.932 toneladas de alimentos, distribuidos entre frutas (80,93%) y verduras (19,06%)<sup>8</sup>.

En los países en desarrollo, según el estudio del Instituto de Ingenieros Mecánicos del Reino Unido se calcula que las pérdidas de frutas y hortalizas posteriores a la recolección pueden alcanzar entre el 35 % y el 50% anual debido a las malas infraestructuras (IMechE, 2013) citado por (HLPE, 2014), lo cual se podría reducir si se contarán con equipos de refrigeración y transporte adecuados, así como la capacitación del personal involucrado en el proceso.

Teniendo en cuenta que la cadena de frío fortalece la interacción entre los diferentes actores de la cadena productiva a través de un proceso de mejoramiento continuo, desarrollo tecnológico e innovación logística, lo cual no implica únicamente cambios a nivel de equipo y proceso, sino también una sincronización de los flujos físicos y de información en una perspectiva de manejo de la cadena de aprovisionamiento o *supply chain*

---

<sup>8</sup> <http://editorial.logistica.la/2014/10/19/el-hambre-y-el-desperdicio-de-alimentos-en-colombia-reto-de-logistica-inversa-y-responsabilidad-social/>

---

*management* (SCM) que integra a la propia empresa con sus clientes y proveedores (Viteri, M.L., 2003).

Dentro del manejo logístico asociado a la cadena de frío para productos hortofrutícolas, un entorno competitivo es el argentino, en el cual se han definido mecanismos en centrales de compra, para la coordinación de las condiciones de entrega; los cuales se basan en la centralización de la información comercial y en la capacidad de compra, permitiéndoles pactar en condiciones más favorables. En el caso particular de productos perecederos, como las hortalizas (Viteri, M.L., 2003) establece, que se procura administrarlos por el sistema de *cross docking* (distribución sin almacenamiento) que permite que los productos lleguen a los locales a las pocas horas de haber sido entregados por el proveedor, logrando así una comercialización del producto en fresco garantizando mayor calidad ya que no ha sido almacenado previamente, sin embargo hay productos con periodos de cosecha muy cortos y que generan problemas de disponibilidad bajo este esquema. La implementación de la logística requerida para la implementación de la cadena de frío implica una articulación directa con la producción primaria que asegure un abastecimiento continuo en cantidad y calidad a lo largo del año teniendo en cuenta el flujo de material a través de la cadena de frío integrada a la cadena productiva buscando una eficiencia en el flujo económico sostenible.

Es necesario especificar la aplicabilidad de la cadena de frío acorde con características propias de la cadena productiva y del producto a estudiar, así como del mercado objetivo que se persigue siendo los dos grandes mercados el nacional y el de exportación, lo cual implica que es necesario evaluar la disponibilidad a nivel local y las necesidades de transferencia tecnológica de un paquete en equipo y proceso para llevar a cabo este y otros procesos característicos. La extrapolación de este planteamiento a cualquier producto hortofrutícola requiere de un análisis detallado de su comportamiento bajo la cadena para determinar las características óptimas de funcionamiento de los equipos de refrigeración.

## 2.1 Modelos de la cadena de frío

Los modelos de cadena de frío se clasifican según el tipo de tecnología en aquellos que utilizan RFID<sup>9</sup> y otros tipos de tecnología para la trazabilidad del sistema. Según (Montanari R. , 2008), el sistema de trazabilidad se basa en cuatro pilares fundamentales: producto, información, tecnologías de información y programación y calibración.

- a) **Producto:** La identificación de sus características físicas (volumen, peso, dimensiones, embalaje), mecánicas y duración del ciclo de vida es fundamental. Se requiere tener en cuenta origen, procesamiento y distribución.
- b) **Información:** Corresponde a los cálculos y datos generados a lo largo del ciclo de calidad. Ha tomado gran auge en la industria de alimentos, los controles constantes y alarmas automáticas, como requisitos esenciales en los sistemas de trazabilidad.
- c) **Tecnologías de información y programación:** corresponde al diseño e implementación del sistema de trazabilidad, dado que éste debe “grabar” la vida del producto a lo largo de la cadena de suministro a través de cada una de las etapas, incluye los plazos de entrega, equipo requerido, grado de automatización, entre otros.
- d) **Calibración:** medición de equipos respecto a normas nacionales o internacionales, las normas primarias, constantes básicas o propiedades físicas, o materiales de referencia. Un sistema de trazabilidad puede manejarse con código alfanumérico, código de barras o RFID, esta elección debe tener en cuenta el grado de compatibilidad con el producto y el proceso de producción, el grado de automatización de acuerdo al análisis de la cadena de suministro. La precisión y la fiabilidad de los datos requeridos puede guiar la selección de la herramienta de trazabilidad, así como los costos de implementación.

---

<sup>9</sup> RFID: *Radio Frequency Identification* por sus siglas en inglés, su significado en español es identificación por radiofrecuencia. Consiste en un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID.

La mayoría de los productos alimenticios son perecederos y su vida útil se ve seriamente afectada por las condiciones de temperatura en la cadena de suministro, con lo cual su control se convierte en un tema crítico en la logística de los alimentos frescos (Montanari R. , 2008). Adicionalmente, la temperatura desempeña un rol importante en el contexto social, económico y ambiental de las cadenas de suministro de productos (Estrada Flores, 2008):

- Contexto social: las enfermedades causadas aumentan por alimentos en condiciones no adecuadas de temperatura.
- Contexto económico: pérdidas de producto, importaciones y exportaciones, y disminución de la rentabilidad. Las cifras IIR<sup>10</sup> indican que alrededor de 300 millones de toneladas de productos se desperdician anualmente a través de deficientes sistemas de refrigeración en todo el mundo.
- Contexto ambiental: aumento de desperdicios orgánicos.

### 2.1.1 Modelos con tecnología RFID

La tecnología RFID está siendo ampliamente adoptado para rastrear y localizar todo tipo de productos y es visto como una herramienta potencial para la gestión de la cadena de frío con el fin de controlar la temperatura de los alimentos perecederos, pero es un mercado sin explotar (Himmelsbach, 2005) citado por (Montanari R. , 2008).

Algunos de los modelos con tecnología RFID existentes en las bases de datos estructuradas son: aproximación estática y dinámica (Montanari R. , 2008) (ver Tabla 2-1 y Tabla 2-2), monitoreo de la cadena de frío para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente (Estrada Flores, 2008) (ver Tabla 2-3), trazabilidad de productos por RFID con *tags* inteligentes (Abad E. , 2009) (ver Tabla 2-4), RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva (Yan & Lee, 2009) (ver Tabla 2-5).

---

<sup>10</sup> IIR *International Institute of Refrigeration* por sus siglas en inglés.

**Tabla 2-1. Modelo de aproximación estática.**

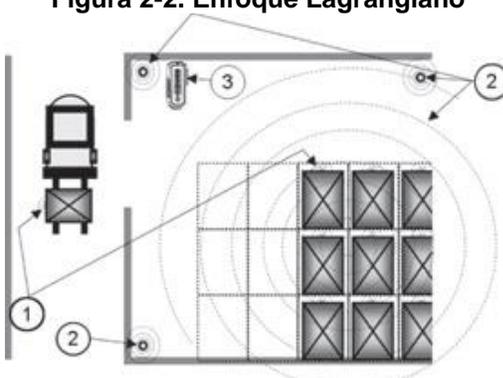
<b>Aproximación estática o enfoque Euleriano</b>	
Descripción	Sistema de medición estática monitoriza los datos del termo-higrómetro a lo largo de la cadena, mientras que el seguimiento de datos se lleva a cabo a través de las etiquetas RFID pasivas colocadas en las unidades. Al vincular los datos de flujo de producto con los datos del termo-higrómetro, se garantizan los requisitos de la cadena de frío.
Ubicación de sensores termo-higrómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto frío, en frente a la boquilla del refrigerador cerca al piso.</li> <li>• Punto caliente, ubicado en la puerta del refrigerador, donde el aire caliente puede entrar frecuentemente.</li> <li>• Punto boquilla, cerca de la boquilla del sistema de refrigeración</li> <li>• Punto de área, un punto general en el área de almacenamiento para simular las condiciones de temperatura y humedad.</li> </ul>
Elementos	<p>Los elementos que componen este modelo son:</p> <p>(1) sistema estático de medición, implementado en cada área que requiera ser monitoreada.</p> <p>(2) cada unidad debe tener un <i>tag</i> pasivo.</p> <p>(3) un <i>tag</i> pasivo debe estar ubicado en cada sitio de almacenamiento</p> <p>(4) cada sistema de manejo debe tener implementado el sistema RFID (en este caso el camión).</p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-1. Enfoque Euleriano</b></p> <p>El diagrama ilustra un almacén con un camión (4) a la izquierda. Dentro del almacén, hay sensores (1) en la parte superior y unidades de almacenamiento (3) en la parte inferior. Líneas conectan el camión con los sensores y las unidades, indicando la comunicación y el seguimiento de los datos.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de (Montanari R. , 2008).

Este modelo permite la gestión en tiempo real de humedad y temperatura con el inventario de producto. Sin embargo, su implementación dependerá del análisis de la cadena de frío ya que el número de *tags* o *data loggers* está en función del número de áreas a ser monitoreadas y consecuentemente con la complejidad de la cadena de frío.

**Tabla 2-2. Modelo de aproximación dinámica.**

<b>Aproximación dinámica o enfoque Lagrangiano</b>	
Descripción	Sistema dinámico de medición, en el cual el tag tiene la capacidad de identificar el producto y las condiciones ambientales. Estos datos se pueden transmitir directamente al sistema RFID, si no es posible la transmisión de

<b>Aproximación dinámica o enfoque Lagrangiano</b>	
	información se almacenará en la memoria interna del tag hasta que la transmisión se pueda llevar a cabo.
Ubicación de sensores	Sólo un sensor termo-higrométrico se coloca en el área para establecer y controlar el parámetro de trabajo del sistema de refrigeración.
Elementos	<p>Los elementos que componen este modelo son:</p> <p>(1) Tag activo del producto, información dual identificación del producto y condiciones ambientales.</p> <p>(2) paquetes de datos transmitidos por <b>RFID</b>, o almacenados</p> <p>(3) solo un sensor de temperatura y humedad.</p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-2. Enfoque Lagrangiano</b></p> 

Fuente: Elaboración propia a partir de (Montanari R. , 2008).

Debido al largo alcance del sistema de transmisión de datos y gracias a tres conjuntos de antena y lectores dentro del área, el sistema de información es capaz de identificar la posición exacta de una etiqueta dentro del área, no es requerida la implementación de la antena y lector para cada sistema de manejo. Con lo cual se disminuye el número de sensores en el sistema. Sin embargo el costo de la implementación del sistema debido al carácter dual de los *tag* para almacenamiento y transmisión de información puede ser alto en comparación al modelo anterior.

**Tabla 2-3. Monitoreo de la cadena de frío para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente.**

<b>Monitoreo de la cadena de frío para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente</b>	
Descripción	Sistema de monitoreo por RFID, enfatiza el seguimiento y control a través del rastreo de posicionamiento geográfico de cada paquete individual de producto, contenedores de embarque o camiones, ya sea en movimiento o no, para esto se requiere de un dispositivo código único de producto que registre las condiciones de entorno en tiempo real para su trasmisión al cliente o al comercializador, para tomar medidas correctivas o preventivas según sea el caso.
Tipos de Tags	El dispositivo RFID, básicamente integra un Tag, un sensor y un lector, intercomunicados por radio transmisión. Los tags, se pueden clasificar en: (1) Pasivos, sujeto a la actividad del lector donde la información almacenada es enviada a este.

<b>Monitoreo de la cadena de frío para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente</b>	
	<p>(2) Activos envían información de manera autónoma al lector, pueden ser ubicados en cualquier parte del producto indirectamente, cuentan con mayor capacidad de transmisión.</p> <p>(3) semipasivos, combinación de pasivo-activo. Los más adecuados para la industria de alimentos son los activos y los semipasivos.</p>
Elementos	<p>Conceptualización de un sistema RFID para el control de temperatura en un sistema de transporte refrigerado.</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>Figura 2-3. Monitoreo RFID</b></p> </div>

Fuente: Adaptado de (Estrada Flores, 2008).

El modelo planteado por (Estrada Flores, 2008), presenta las siguientes limitantes:

- **Confiabilidad:** Disminución de la itinerancia del registro por condiciones de operación como humedad excesiva, choques mecánicos, etc.
- **Falta de uniformidad en los estándares internacionales:** Adaptación de uso y regulación dentro de cada país, que limita hacer extensivo el modelo a nivel internacional.
- **Establecer el retorno de la inversión:** Dificultad en establecer a nivel tangible y no tangible el retorno de la inversión en esta tecnología, baja integración en la divulgación de resultados en casos de estudio de manera conjunta con la oferta del fabricante.
- **Empatía entre RFID y las herramientas de análisis:** Sistemas de análisis de los datos de temperatura se encuentra sub-dimensionados.
- **Precisión:** Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de  $\pm 0,5 \text{ }^\circ \text{C}$  es ideal. Sin embargo, la producción de etiquetas RFID requiere un método de calibración que es simple y barato, pero lo suficientemente

confiable para asegurar la precisión deseada en todas las etiquetas activas fabricadas. El inconveniente recae en los procedimientos de calibración pueden ser diferentes entre los fabricantes y modelos.

- Ubicación de los sensores RFID: Decisiones acorde con el conocimiento del producto y necesidades de seguimiento al mismo.
- Falta de colaboración en la cadena de suministro: Hacer extensivo el uso donde sea prioritario. Se requiere confianza y cooperación entre los diferentes eslabones de la cadena para que el sistema funcione.

**Tabla 2-4. Trazabilidad de productos por RFID con Tags inteligentes.**

<b>Trazabilidad de productos por RFID con Tags inteligentes.</b>	
Descripción	Herramienta de identificación de productos que utiliza un microchip y una antena inalámbrica en la etiqueta donde, no es necesario el contacto físico como en los códigos de barras con el lector. La fase de lectura es muy rápida y totalmente automatizada.
Características	El dispositivo tecnológico como factor de competitividad, integra la capacidad de cada dos minutos, almacenar información del producto, a través de los sensores térmicos, lumínicos y de humedad para su transmisión de datos a través de radio frecuencia acorde con los protocolos de la ISO 15693.
Elementos	<p>Diseño de Tags con niveles de confiabilidad establecidos, dentro de modelos estándar de la cadena de distribución principalmente en unidades de almacenamiento para control de temperatura, humedad y cantidad de producto, ya sea de manera independiente con Tags univariados o de manera conjunta con Tags multivariados (Ogasawara, 2008 citado por (Abad E. , 2009)).</p> <p style="text-align: center;"><b>Seguridad y aseguramiento de la calidad con etiquetas inteligentes</b> Tiempo, temperatura y trazabilidad de la información</p>
Desventaja	El costo y la falta de estándares para su implementación.
Ventaja	Este modelo es útil para productos congelados ya que la característica de los sensores diseñados permite medir temperaturas bajo cero.

**Fuente: Elaborado a partir de (Abad E. , 2009)**

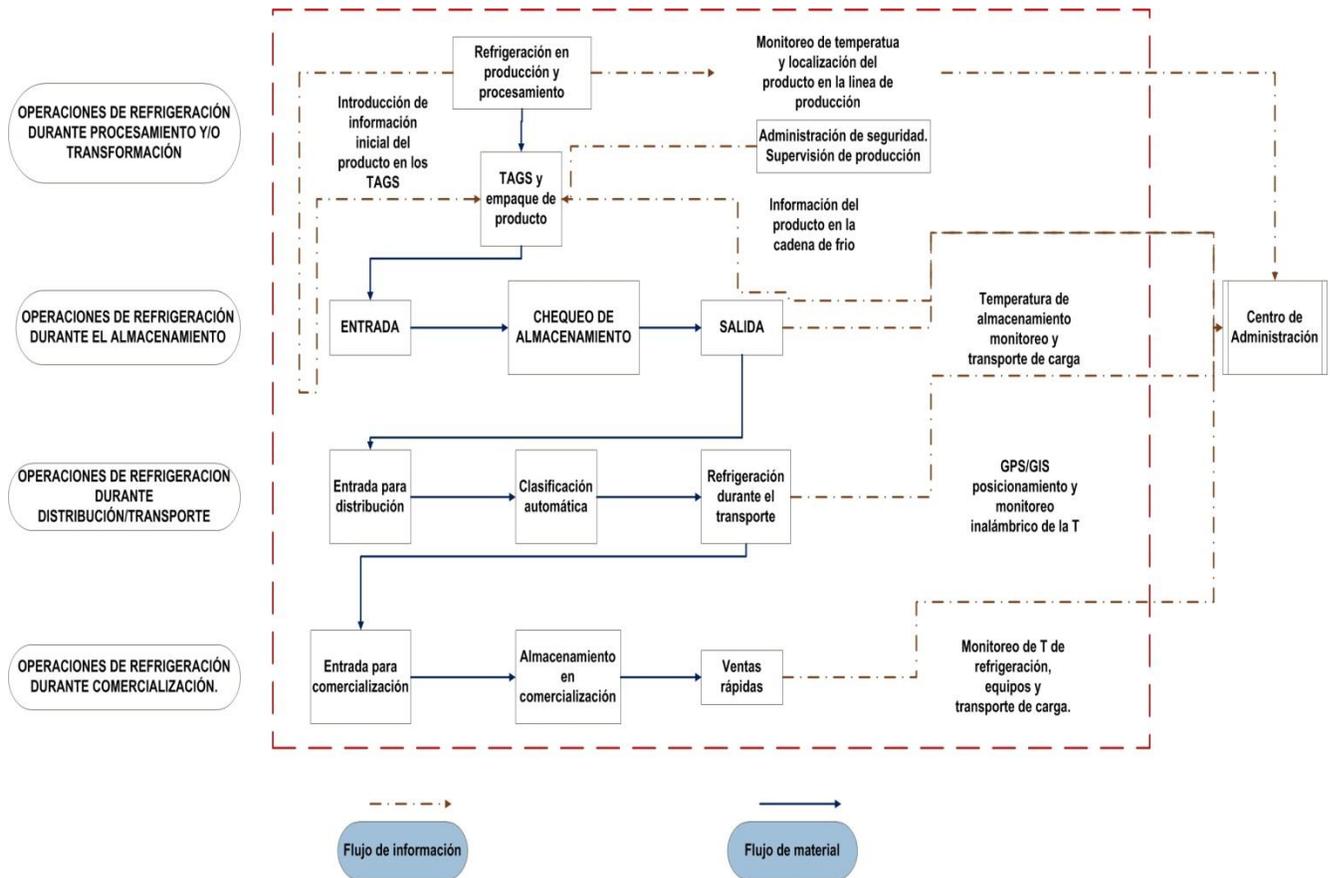
**Tabla 2-5. RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva.**

<b>RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva</b>	
Objetivo	Rastrear los productos en las etapas de procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de la cadena de suministros las cuales tienen correspondencia en a productores, transformadores, comercializadores y consumidores o cliente final, en tiempo real, donde el manejo de la temperatura como variable crítica de control, está sujeta a minimizar los tiempos de operación logística lo cual implica costos en equipos y métodos
Características	Flujo de información desde cada etapa del proceso hacia la unidad de administración o servidor de manejo de datos, así como el flujo de material desde producción hasta ventas, considerando desde esta primera etapa la información consignada en los TAGS sobre las características del producto las cuales están en permanente actualización y contraste durante el periodo total de flujo a lo largo de la cadena.
Elementos	Tecnología dura: estructura de monitoreo de la información. Tecnología blanda: software de monitoreo. Es necesario que se integre de manera sinérgica el uso de la tecnología RFID, <i>Tags</i> , sensores de temperatura, sistemas GPS, arquitectura del sistema de monitoreo, diseño del software y del sistema de flujo de información que garantice, localización en tiempo real y aseguramiento de la calidad del producto.

**Fuente: Elaborado a partir de (Yan & Lee, 2009).**

En la Figura 2-4 se propone el modelo de incidencia de la tecnología RFID dentro del modelo de cadena de frío.

**Figura 2-4. Integración de la tecnología RFID a la cadena de frío para productos alimenticios.**

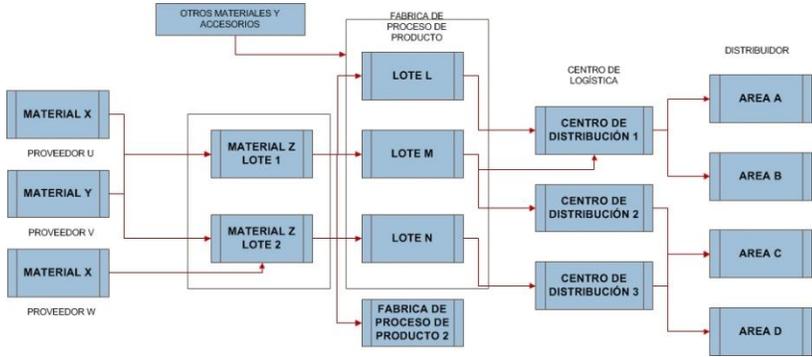
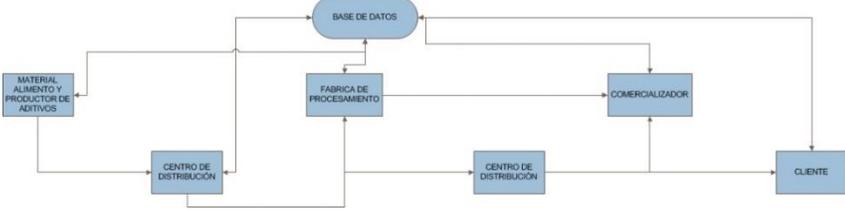


Fuente. Tomado de (Flórez M., 2012) adaptado de (Yan & Lee, 2009).

### 2.1.2 Modelos de cadena de frío con uso de otras tecnologías

En los modelos que utilizan otro tipo de tecnología se encuentran: Trazabilidad por unidades productivas (Lan & zheng ya, 2009) (ver Tabla 2-6), sistema de seguridad para la cadena de frío (Ji, 2009) (ver Tabla 2-7), integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío (Raspor, 2008) (ver Tabla 2-9), logística de la cadena de frío basado en enfoque justo a tiempo (Ma & Guan, 2009) (ver Tabla 2-10), distribución directa y por nodos (Lan H. , 2008) (ver Tabla 2-11), distribución por nodos y multitemperaturas (Kuo, 2010) (ver Tabla 2-12).

**Tabla 2-6. Trazabilidad por unidades productivas**

<b>Trazabilidad por unidades productivas</b>	
Descripción	Modelo diseñado como una propuesta para el escenario de China a partir de las mejores prácticas de países como Estados Unidos y Japón. Se maneja la cadena de frío por trazabilidad desde el material crudo o fresco, selección, transporte, almacenamiento y ventas, con apoyo de HACCP para la resolución de inconvenientes, como interrupción en el control de temperaturas, daño microbiológico en los productos, polución y daño mecánico.
Requisitos	Registro detallado de los productos desde los procesos de transformación, logística y proceso de venta, establecimiento de la base de datos de trazabilidad a partir del seguimiento de código de barras (Asociación de TIC'S). El aparato productivo, debe determinar la dirección del flujo de material que permita la trazabilidad por etiquetado, desde la estandarización.
Elementos	<p style="text-align: center;"><b>Figura 2-5. Estructura de cadena de frío por trazabilidad.</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Figura 2-6. Articulación de base de datos.</b></p> 

Fuente: Elaborado a partir de (Lan & zheng ya, 2009)

El éxito de este modelo, recae en que las operaciones de la cadena de frío deben ser los más cortas y rápidas posibles, de modo que permita reacciones inmediatas, y reducir la turbulencia de material e información desde cualquier eslabón y convertirse en una herramienta técnica para la gestión de toda la cadena.

**Tabla 2-7. Sistema de Seguridad para la cadena de frío.**

<b>Sistema de Seguridad para la cadena de frío.</b>	
Descripción	Modelo estructurado por procesos de enfriamiento recolección en el origen, enfriamiento previo, procesamiento, almacenamiento, empaque y transporte hasta el consumidor, donde la integración de la información debe ser tanto de integración vertical como horizontal.

<b>Sistema de Seguridad para la cadena de frío.</b>	
<pre> graph TD     subgraph TopRow [ ]         direction LR         A[Empotramiento de refrigeración]         B[Recolección de la carga]         C[Ventas]     end     subgraph MiddleRow [ ]         direction LR         D[Empresa] --&gt; E[Centro de Distribución] --&gt; F[Vendedores]     end     subgraph BottomRow [ ]         direction LR         G[Provedores] --&gt; H[Control total de temperatura] --&gt; I[Cliente]     end     A --&gt; D     B --&gt; E     C --&gt; F     D --&gt; G     E --&gt; H     F --&gt; I     H --&gt; D     H --&gt; E     H --&gt; F     </pre>	
Cifras e indicadores	<p>Contexto de la cadena de frío en 2009, comparación con China.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre- enfriamiento: Europa y Estados Unidos, entre el 80 y el 100% y China el 30%.</li> <li>• Capacidad de refrigeración: 80 millones de toneladas a nivel mundial y China 7 millones de toneladas.</li> <li>• Pérdidas. 5%. China 20%-40%.</li> <li>• Capacidad de transporte refrigerado: Estados Unidos 200.000 vehículos, Japón 120.000 y China 6.792.</li> <li>• Ratio de transporte refrigerado: Estados Unidos, Japón y Europa 80%-90% y China menos del 50%.</li> </ul>
Sistema de seguridad del transporte	<p>A continuación se mencionan los factores que influyen en el sistema de evaluación de la seguridad en el transporte de la cadena de frío:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores de los productos: cantidad, naturaleza del producto y medidas de protección.</li> <li>• Factores del transporte: Desempeño de camiones refrigerados, estado de los camiones refrigerados.</li> <li>• Factores humanos: habilidad del conductor y seguridad para manejar la situación.</li> <li>• Factores ambientales: condiciones de la carretera, climáticas y límite de tiempo.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia a partir de (Ji, 2009)**

La construcción de este modelo se divide en análisis de riesgos, evaluación de riesgos y sistemas de control de riesgos, y para su construcción se requieren los siguientes pasos:

**Tabla 2-8. Componentes para el sistema de seguridad de la cadena de frío.**

ETAPA	ACTIVIDADES
Análisis de Riesgos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perspectivas de la cadena de frío particular.</li> <li>2. Análisis estadísticos del proceso logístico.</li> <li>3. Determinación de indicadores de impacto en la cadena.</li> </ol>
Evaluación de Riesgos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer el sistema de indicadores de riesgo.</li> <li>2. Aplicación de técnicas de investigación de operaciones.</li> <li>3. Establecer los criterios óptimos.</li> </ol>
Control de Riesgos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construcción de la plataforma tecnológica de monitoreo.</li> </ol>

ETAPA	ACTIVIDADES
	2. Medidas de prevención y alerta. 3. Análisis de factores por modelamiento.

Fuente: Elaborado a partir de (Ji, 2009).

Tabla 2-9. Integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío.

Integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío.	
Descripción	Este modelo se basa en la implementación de la Buenas Prácticas para garantizar un esquema de calidad total en la cadena. Para la solución de los obstáculos existentes en la implementación y mantenimiento del sistema de seguridad alimentaria en todas las etapas de la cadena, se ha definido un solo concepto Buenas Prácticas de Nutrición (PNB), que podría resolver muchos problemas ya que incluye el último paso en la cadena alimentaria el consumidor.
Modelo	<p>El diagrama muestra la integración del consumidor final a la cadena de frío. Se detallan las siguientes etapas y sus respectivos esquemas de aseguramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Agricultura:</b> Esquemas de aseguramiento en finca (BPA).</li> <li><b>Producción:</b> HACCP basado en Control de Calidad en Producción (BPM).</li> <li><b>Almacenaje y Distribución:</b> Manipulación y Cadena de Frío (BPT).</li> <li><b>Almacenaje y Venta:</b> HACCP en almacenamiento (BPAM).</li> <li><b>Preparación y catering:</b> HACCP en restaurantes, ¿hogar? (BPD).</li> <li><b>Consumo:</b> (BPMC).</li> </ul> <p>Además, se muestran Buenas Prácticas de Nutrición (BPN) que abarcan: BPL (Buenas Prácticas de Limpieza), BPH (Buenas Prácticas de Higiene) y BPL (Buenas Prácticas de Limpieza) en las etapas de Producción, Almacenaje y Venta, y Preparación y catering.</p>
Implementación de Buenas prácticas por eslabón	<p><b>Productor</b>                      BPA: Buenas prácticas agrícolas, métodos agronómicos y ambientales que garanticen la sostenibilidad de la producción de alimentos.                      BPAM: Buenas prácticas de almacenamiento, prácticas y procedimientos, que garanticen la apropiada manipulación de los productos dentro del inventario.</p> <p><b>Comercializadores de producto en fresco:</b>                      BPH: Buenas prácticas de higiene, procesos y procedimientos que mantengan las unidades en perfectas condiciones de asepsia, personal en condiciones de manipular los productos, etc.                      BPD: Buenas prácticas de distribución, procesos y procedimientos que garanticen que los productos sean enviados al cliente en cumplimiento de localización y tiempos, soportado por un sistema de trazabilidad.                      BPAM: Buenas prácticas de almacenamiento, prácticas y procedimientos, que garanticen la apropiada manipulación de los productos dentro del inventario.</p>

<b>Integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío.</b>	
	<p>BPT: Buenas prácticas de transporte, procesos y procedimientos dentro del sistema logístico del aparato productivo.</p> <p>Comercializadores para la agroindustria</p> <p>BPH: Buenas prácticas de higiene, procesos y procedimientos que mantengan las unidades en perfectas condiciones de asepsia, personal en condiciones de manipular los productos, etc.</p> <p>BPD: Buenas prácticas de distribución, procesos y procedimientos que garanticen que los productos sean enviados al cliente en cumplimiento de localización y tiempos, soportado por un sistema de trazabilidad.</p> <p>BPAM: Buenas prácticas de almacenamiento, prácticas y procedimientos, que garanticen la apropiada manipulación de los productos dentro del inventario.</p> <p>BPT: Buenas prácticas de transporte, procesos y procedimientos dentro del sistema logístico del aparato productivo.</p> <p>Agroindustria (transformación)</p> <p>BPL: Buenas prácticas de laboratorio, manejo de los estudios de prevención y control de la materia prima, producto terminado o producto intermedio, PHVA.</p> <p>BPM: Buenas prácticas de manufactura, PHVA, a nivel cualitativo y cuantitativo que garanticen la conformidad con las condiciones finales de calidad de un producto. Estándares.</p> <p>BPAM: Buenas prácticas de almacenamiento, prácticas y procedimientos, que garanticen la apropiada manipulación de los productos dentro del inventario.</p> <p>BPT: Buenas prácticas de transporte, procesos y procedimientos dentro del sistema logístico del aparato productivo.</p> <p>Comercializadores de productos de la agroindustria</p> <p>BPD: Buenas prácticas de distribución, procesos y procedimientos que garanticen que los productos sean enviados al cliente en cumplimiento de localización y tiempos, soportado por un sistema de trazabilidad.</p> <p>BPH: Buenas prácticas de higiene, procesos y procedimientos que mantengan las unidades en perfectas condiciones de asepsia, personal en condiciones de manipular los productos, etc.</p> <p>BPAM: Buenas prácticas de almacenamiento, prácticas y procedimientos, que garanticen la apropiada manipulación de los productos dentro del inventario.</p> <p>BPT: Buenas prácticas de transporte, procesos y procedimientos dentro del sistema logístico del aparato productivo.</p> <p>Consumidor final</p> <p>BPMC: Buenas prácticas de mantenimiento en casa, estas deben condensar, la BPH, BPAM por parte del consumidor.</p>

**Fuente: Elaborado a partir de (Raspor, 2008).**

**Tabla 2-10. Logística de la cadena de frío basado en enfoque justo a tiempo (JIT)**

<b>Logística de la cadena de frío basado en enfoque justo a tiempo (JIT)</b>	
Descripción	Este modelo se basa en la filosofía de producción Toyota, la cual tiene como principales premisas ser aplicado a industrias o entornos productivos donde se manejen inventarios cero o inventarios muy bajos, además de tener una inversión tecnológica en automatización en aspectos concernientes a producción y direccionamiento.

Logística de la cadena de frío basado en enfoque justo a tiempo (JIT)	
Elementos	<p>El sistema de distribución maneja condiciones multiproducto entendiendo que algunas unidades productivas manejan productos agrícolas diversos, donde se hace necesario, establecer el itinerario de distribución a partir de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) determinar para cada producto los tiempos de almacenamiento y transporte.</li> <li>(2) evaluar la dificultad que representan tener un tiempo promedio dada la variedad de los productos</li> <li>(3) realizar un balance de cantidades y especies.</li> <li>(4) desarrollar un modelo matemático manteniendo los tiempos de cada especie constantes para manejar una frecuencia estable.</li> </ol>

Fuente: Elaborado a partir de (Ma & Guan, 2009)

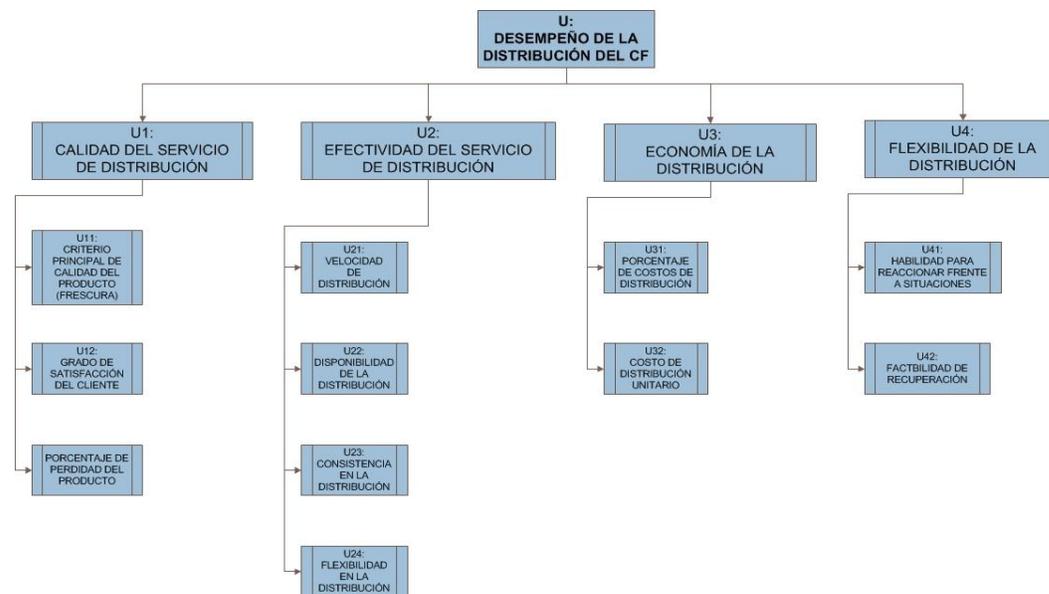
Tabla 2-11. Distribución directa y por nodos.

Distribución directa y por nodos.	
Descripción	<p>El desarrollo de la cadena de frío de ir concatenado con la integración de los eslabones que conforman el modelo local de distribución de productos alimenticios (eslabones o unidades de proceso).</p> <p><u>Distribución directa:</u> el producto va directamente de los productores al consumidor o cliente final.</p> <p><u>Distribución por nodos:</u> el producto pasa por el centro de distribución, los comercializadores, los puntos de venta y finalmente el cliente.</p>
Modelo	<pre> graph LR     A[ÁREA DE PROCESO DE LA MATERIA PRIMA (UNIDADES PRODUCTIVAS)] --&gt; B[CENTROS DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA]     B --&gt; C[UNIDADES DE COMERCIALIZACIÓN MAYORISTAS]     C --&gt; D[UNIDADES DE COMERCIALIZACIÓN MINORISTAS]     D --&gt; E[CLIENTE O CONSUMIDOR FINAL]          A --&gt; F[INFORMACIÓN CADENA DE FRÍO]     F --&gt; B     F --&gt; C     F --&gt; D          B --&gt; G[INFORMACIÓN LOGÍSTICA]     G --&gt; C     G --&gt; D     </pre>
Factores a analizar	<p>Análisis de la influencia de factores transversales a toda la cadena:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) factores de seguridad, relacionados con la calidad desde el producto primario, estándares de distribución, estándares de inspección y control frente a temperatura y tiempo,</li> <li>(2) factores de eficiencia, tiempos de transporte frente a los costos de refrigeración,</li> <li>(3) costos, no negligentes y acordes con la eficiencia y la calidad en relación con las tecnologías de transporte y almacenamiento los cuales son estables si se cuenta con un sistema de información óptimo,</li> <li>(4) flexibilidad, cambios en el modelo, integración de eslabones.</li> </ol>
Evaluación del modelo	<p>Modelo matemático de evaluación sintética difusa, que permite manejar indicadores de incidencia tanto cualitativos como cuantitativos según la disponibilidad de datos e información.</p> <p>Indicadores a evaluar:</p>

<b>Distribución directa y por nodos.</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de calidad al servicio de distribución: estándares de distribución, frescura del producto, grado de satisfacción del cliente y porcentaje de pérdidas.</li> <li>• Índice de efectividad de la operación logística: disponibilidad, consistencia, velocidad y flexibilidad.</li> <li>• Índice de distribución económica: costo relacionado a la distribución costo unitario para cada unidad congelada o enfriada, costo de distribución promedio diferencia entre el costo de distribución unitario y el precio del producto.</li> <li>• Índice de flexibilidad: una vez se escoge el tipo de distribución, se mide la habilidad de sobreponerse a eventualidades y la factibilidad de recuperación.</li> </ul> <p>En la Figura 2-7 se muestra un esquema estándar para la cadena de alimentos, para establecer los indicadores a evaluar.</p>

Fuente: Elaborado a partir de (Lan H. , 2008)

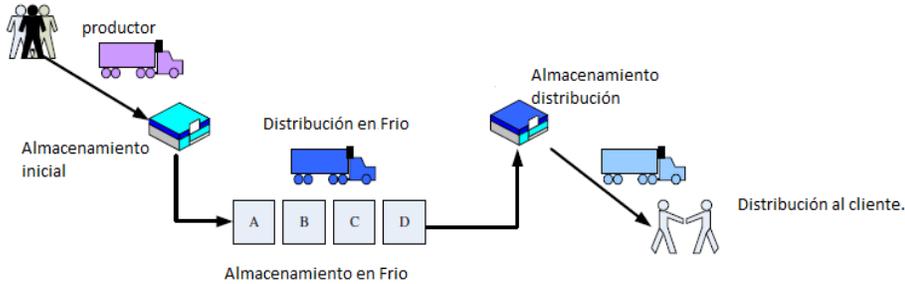
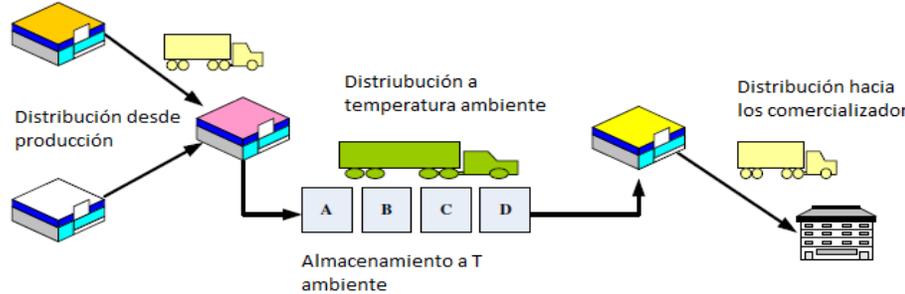
Figura 2-7. Esquema de factores para la cadena de alimentos.



Fuente: Elaborado a partir de información de (Lan H. , 2008)

El resultado final del método matemático de evaluación de matrices, permite seleccionar para un caso específico de estudio si el modelo de distribución directa o por nodos es el más apropiado para determinada cadena productiva.

**Tabla 2-12. Distribución por nodos y multi-temperaturas.**

<b>Distribución por nodos y multi-temperaturas.</b>	
Descripción	El modelo de distribución por nodos y multi-temperaturas (MDTN) tiene como objetivo, identificar problemas, diagnosticar el problema, planear, implementar y evaluar las mejoras en la cadena productiva.
Rangos de seguimiento	Los rangos de seguimiento en función de la temperatura, para las operaciones de control y monitoreo, contemplan (1) Comida caliente por encima de los 60°C, (2) Comida fresca, 18°C, (3) comida fría, entre 0°C y 7°C, (4) comida enfriada entre -2°C a 2°C, (5) alimentos congelados, temperaturas menores a -18°C (6) alimentos súper congelados a temperaturas menores a -30°C.
Modelo 1. Logística en frío	<p>Exclusivo para la entrega de productos refrigerados desde los centros de producción, hasta centros de distribución donde se realiza almacenamiento en frío, de ahí salen hacia el sitio de destino.</p>  <p>El diagrama ilustra el flujo de un modelo de logística en frío. Comienza con un 'productor' que envía mercancía a un 'Almacenamiento inicial'. Desde allí, se realiza una 'Distribución en Frío' a través de puntos A, B, C y D, donde se realiza el 'Almacenamiento en Frío'. Posteriormente, la mercancía es enviada a un 'Almacenamiento de distribución' y finalmente se realiza la 'Distribución al cliente'.</p>
Modelo 2. Distribución a temperatura ambiente	<p>Los productos se distribuyen desde las plantas de producción a partir de camiones propios o por envíos subcontratados hacia un centro logístico especializado donde se envían en camiones a temperatura ambiente, hacia el centro de distribución de destinatarios para ser enviados a los comercializadores.</p>  <p>Este diagrama muestra el flujo de un modelo de distribución a temperatura ambiente. Los productos viajan desde la 'Distribución desde producción' a un centro logístico. Desde allí, se realiza una 'Distribución a temperatura ambiente' a través de puntos A, B, C y D, donde se realiza el 'Almacenamiento a T ambiente'. Finalmente, se realiza la 'Distribución hacia los comercializadores'.</p>
Modelo 3. Sistema exprés	Contempla en uso de servicios logísticos de transporte integrados tanto en camiones como en transporte aéreo, con puntos de almacenamiento para tiempos cortos con acondicionamiento específico.

<b>Distribución por nodos y multi-temperaturas.</b>	
<p>Modelo 4. Sistema de distribución programada</p>	<p>Contempla etapas de acondicionamiento entre el transporte en camiones, acorde con las necesidades de las compañías clientes donde se reciben y embarcan productos.</p>
<p>Modelo 5. Modelo MDNT</p>	<p>Modelo el modelo MDNT con integración de tecnología RFID, presenta la integración de la cadena de frío en el proceso de distribución a lo largo de la cadena.</p> <p style="text-align: center;">             DISTRIBUCIÓN EN FRIO 1      DISTRIBUCION EN FRIO 2      DISTRIBUCION EN FRIO 3 MULTITEMPERATURA      DISTRIBUCION EN FRIO 4 MULTITEMPERATURA         </p> <p style="text-align: center;">             PRODUCTORES      MANUFACTURA      ALMACENAMIENTO EN FRIO 1      COMERCIALIZADORES      CONSUMIDOR         </p> <p>Este modelo muestra la necesidad de acondicionar puntos de transporte logístico para cada eslabón que estén acorde, con las variables del producto en cada una de las etapas hasta llegar al consumidor final, garantizando control de temperatura, pérdidas energéticas mínimas y calidad óptima, de acuerdo al contexto nacional.</p> <p style="text-align: center;"><b>Fuente: elaborado a partir de (Kuo, 2010)</b></p>

## 2.2 Cadena de frío y su integración con la cadena productiva de la mora de castilla

De acuerdo a los modelos vistos anteriormente, es importante precisar que la cadena de frío fortalece la interacción entre los diferentes actores de la cadena productiva, ya que incide en el mejoramiento continuo, desarrollo tecnológico e innovación logística, lo que conlleva cambios a nivel de equipos y procesos y especialmente lograr una sincronización de los flujos físicos y de información desde la perspectiva de cadena de suministro o *supply chain management*, concepto que integra la empresa con sus proveedores y clientes (Viteri, M.L., 2003), que aplica perfectamente al concepto de cadenas productivas.

La cadena de frío presenta cuatro factores de alto impacto para la conservación de las características organolépticas, fisiológicas y nutricionales de los alimentos (Fuller R. L., 1998):

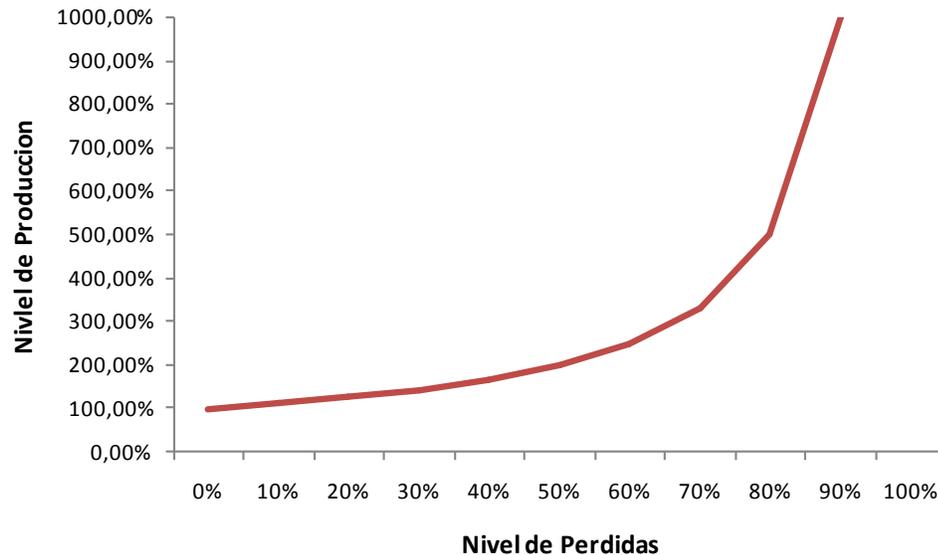
- Abuso de temperatura. El producto es sometido a cambios repentinos o fluctuaciones de temperatura dentro del proceso, lo cual conlleva a riesgos microbiológicos si sobrepasa el rango de temperatura establecido para el producto y pérdidas de criterios organolépticos.
- Control de temperatura. Control de la fluctuación de la temperatura dentro los rangos establecidos (tolerancia del productos). Implica monitoreo y registro permanente.
- Puntos de transferencia. Puntos o etapas del proceso en el cual el producto pasa de un área a otra o de un eslabón a otro. Estos puntos son críticos para la cadena de frío, con lo cual están sujetos a riesgos tecnológicos y humanos y deben ser manejados adecuadamente para garantizar la calidad del producto.
- Acciones preventivas. Se deben establecer acciones para identificar la cantidad y ubicación de los puntos de control, el manejo y control de los puntos de transferencia, experticia del personal principalmente en los puntos de transferencia, indicadores de tiempo y temperatura, control y reporte de las actividades de monitoreo.

La temperatura (T) de los productos frescos debe mantenerse debajo de 5 ° C para reducir el deterioro a causa de la proliferación de microorganismos y agentes patógenos humanos. Sin embargo, esto es difícil de conseguir ya que los productos frescos son normalmente expuestos a temperaturas de 8-12 °C, según el manejo y distribución logística establecida (Giannakourou & Taoukis, 2003) citados por (Rediers, 2009)). Por lo tanto, un paso importante en la gestión de cadena de frío es registrar la temperatura de los productos frescos durante todo el suministro de cadena (Rediers, 2009), lo que contribuye a tener un nivel óptimo de trazabilidad del producto, integración con las políticas y estándares de calidad de la industria de alimentos.

### **2.2.1 Identificación de las necesidades de sistemas de frío en la cadena productiva de la mora de castilla**

Una de las características desfavorables de consumo y comercialización de la mora se encuentra que su vida útil es muy limitada (3 a 5 días). Debido a la falta de una estructura adecuada de la cadena de frío aplicable al sector agrícola y agroindustrial, durante las etapas productivas de poscosecha y procesamiento, la productividad y competitividad se ven afectadas por pérdidas que varían entre el 60% y 70% (Sora, Fischer, & Florez, 2006), asociadas entre otros aspectos a la reducción de su calidad fisiológica o pérdidas relacionadas con métodos o recursos insuficientes para la conservación (ver Figura 2-8). Estas pérdidas han estado presentes en el sector por más de 2 décadas y para compensarlas la producción debería aumentar entre 1,50 y 2,33 veces teniendo en cuenta factores económicos y sociales de los productores.

**Figura 2-8. Relación entre nivel de producción y pérdidas de la Cadena Productiva en alimentos**



**Fuente: Elaborada a partir de información en (Sora, Fischer, & Florez, 2006).**

Dentro de los factores de mayor impacto en la generación de pérdidas en la Mora de Castilla están principalmente problemas de origen biológico y microbiológico (Montes R., Castaño C., & Orrego, 2005), asociados a los transportes inapropiados, bajo control en los estándares de manipulación, metodologías de empaque y embalaje inapropiadas, centros de acopio improvisados. El análisis de cada uno de estos factores converge al nivel de integración de la cadena del frío al sistema productivo de la Mora de Castilla, sin embargo se ha encontrado en estudios anteriores, falencias en el modelamiento sistémico de integración de los actores del proceso (Flórez M., 2012).

La identificación de las necesidades de sistema de frío se establecerá por eslabón de acuerdo al modelo establecido en el numeral 1.3.1 del presente documento correspondiente a la diagramación de la cadena productiva.

- **Productor.** El punto crítico de control de este eslabón son las Buenas Prácticas Agrícolas y los criterios de selección del producto a cosechar de acuerdo a la normatividad colombiana y los criterios establecidos por el nicho de mercado. Es indispensable bajar la temperatura de recolección en campo y almacenar el producto bajo condiciones de refrigeración mientras llega a los acopiadores.

- Comercializadores de producto en fresco. Necesidades de frío en cuanto a conservación de temperatura durante un tiempo establecido. Se requiere controlar la temperatura durante la recepción y entrega del producto, así como durante el tiempo de almacenamiento.
- Comercializadores para la agroindustria. Punto de control manejo de temperatura durante transporte, almacenamiento y posibles choques térmicos durante la manipulación del producto.
- Agroindustria y comercializadores de producto transformado. El manejo de la cadena de frío se hace específico para el producto a distribuir, atendiendo a factores de temperatura y tiempo. En este eslabón están presentes las BPM, BPD, HACCP y factores tecnológicos requeridos para garantizar la calidad del producto.
- Cliente final. El punto crítico es el manejo del producto desde la salida del punto de comercialización hasta la llegada al hogar.

En la Tabla 2-13 se presentan las actividades de la cadena de frío (pre-enfriamiento, almacenamiento, empaque y transporte) que permitan garantizar la calidad del producto en cada una de las etapas de la cadena productiva, los métodos existentes para cada una y el eslabón en el cual se recomienda la implementación.

**Tabla 2-13. Procesos y métodos de cadena de frío para implementar en los eslabones de la cadena productiva.**

ACTIVIDAD	MÉTODO	ESLABÓN
Preenfriamiento	<p><b>Con agua:</b> Se realiza en un <i>hidrocooler</i>, un tiempo de exposición de la fruta de 10 a 1 hora, contenido de cloro de 100 a 200ppm. Para mora se recomienda inmersión o riego con velocidad baja tipo aspersión.</p>	Productores
	<p><b>Húmedo (inmersión o aspersión)</b> Los productos se rocían con agua enfriada, o se sumergen en un baño agitado de agua fría. Es eficaz y económico; sin embargo, puede producir efectos fisiológicos y patológicos sobre ciertos productos; por lo tanto, su uso es limitado. Además, el saneamiento apropiado del agua pre-enfriamiento es necesario para prevenir la infección bacteriana.</p>	Productores
	<p><b>Al vacío:</b> Es beneficioso solo para productos con una alta relación superficie/volumen, puesto que se pierde entre un 1 % del peso por cada 5,6 °C de descenso de la temperatura.</p>	Productores

ACTIVIDAD	MÉTODO	ESLABÓN
	Método ideal para las hortalizas de hoja.	
	<p><b>Con hielo molido o en cubos.</b> El hielo es adicionado a los contenedores y es particularmente efectivo en productos empacados que no puedan ser enfriados con aire forzado. Desde el punto de vista de eficiencia del enfriamiento con hielo, con 0,5 kg de este se puede enfriar cerca de 1,5 kg de producto de 29 °C a 4 °C, o se puede enfriar de 35 hasta 2 °C derritiendo una cantidad igual al 38% del peso del producto.</p>	Productores
	<p><b>Con aire forzado.</b> Ideal para la mora de castilla, se utiliza aire forzado con humedad relativa alta de 90-95%, dentro de las 2 horas siguientes a la cosecha, para bajar la temperatura interna en la pulpa entre 0 – 5 °C. La tasa de enfriamiento puede ser hasta 5 veces más rápida usando aire forzado que el enfriamiento en cuarto frío</p>	Productores Acopiadores
	<p><b>Evaporativo por aire forzado:</b> Este método enfría los productos con el aire de un refrigerador evaporativo, pasando el aire a través de un cojín mojado antes del contacto con el producto o el empaque, en lugar de usar refrigeración mecánica. Un refrigerador evaporativo correctamente diseñado y funcionado produce aire algunos grados sobre la temperatura de bulbo húmedo exterior, en la humedad alta (90% HR) y es más económico en energía que la refrigeración mecánica.</p>	Productores Acopiadores
	<p><b>Con cuarto frío.</b> El producto se ubica en un cuarto equipado con unidades de refrigeración, donde se sopla aire con ciertas características. Puede ser usado en la mayoría de los productos, pero es muy lento cuando se requiere un enfriamiento rápido. Es efectivo para almacenar productos pre-enfriados, pero en algunos casos no remueve la carga de calor de campo con la suficiente velocidad.</p>	Acopiadores Comercializadores
Empaque	<p>El sistema de empaque debe proteger contra daños mecánicos, pérdidas de humedad, contaminación, daño por microorganismos, entre otros. Las pérdidas por utilizar un empaque inadecuado se calculan entre 15 y 50 %.</p> <p>Escoger el tipo de empaque de acuerdo a temperatura y tiempo de conservación, condiciones ambientales, condiciones de transporte, entre otros.</p> <p><b>Al vacío:</b> Consiste en la eliminación del aire contenido en el interior del envase.</p> <p><b>En atmosfera modificada:</b> una vez eliminado el aire contenido en el interior del envase se inyecta un gas o mezcla de gases adecuada para la conservación del alimento.</p>	Acopiadores Comercializadores

ACTIVIDAD	MÉTODO	ESLABÓN
	<p><b>Envase activo:</b> permiten controlar los diferentes problemas de deterioro o alteración de la calidad de los alimentos, como son el control de la descomposición de gases en el interior del envase (oxígeno, dióxido de carbono, etileno y otros más), regulación de la humedad, control del proceso de oxidación, eliminación de olores y de sustancias indeseables, o el control de la contaminación microbiológica.</p>	
Transporte	<p>El medio se determina de acuerdo a la distancia, el tiempo y el costo del desplazamiento, así como las características, los requerimientos y el valor del producto. Principios de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga y descarga deben ser tan cuidadosas como sea posible.</li> <li>• La duración del viaje debe ser lo más corta posible.</li> <li>• El producto debe protegerse en relación con su susceptibilidad al daño físico.</li> <li>• Las sacudidas y los movimientos deben reducirse al mínimo posible.</li> <li>• Debe evitarse el sobrecalentamiento.</li> <li>• Debe restringirse la pérdida de agua del producto.</li> </ul> <p>Una vez alcanzadas las condiciones de conservación requeridas, éstas deben mantenerse constantes, en particular en lo referente a la temperatura, humedad relativa y circulación de aire.</p>	Desde el cultivador hasta el cliente final
Almacenamiento	<p><b>Natural:</b> Las frutas se conservan sin ningún tratamiento artificial, este almacenamiento depende y se realiza a temperaturas y humedades relativas propias de cada región. El espacio debe estar acondicionado y limpio, con ventilación y permitir la entrada de aire frío; el piso debe ser de cemento, libre de contaminación y radiación solar. Es recomendable colocar la fruta espaciada y no apilar en cantidades altas, para favorecer la ventilación.</p> <p><b>En cuartos fríos:</b> manejo de temperaturas de refrigeración entre 0 y 1 °C, y la humedad relativa entre 90 y 95 %. Asimismo, deben operar dentro de rangos de temperatura muy estrechos, <math>\pm 1</math> °C de variación.</p> <p>La eliminación del calor en los cuartos fríos se produce principalmente por conducción a través del material de empaque. Por esta razón, el uso de empaques con aberturas y la colocación de estos para facilitar el contacto con el aire con todas las superficies del empaque, favorecen la eficiencia del método.</p>	Productores Acopiadores Comercializadores.

ACTIVIDAD	MÉTODO	ESLABÓN
	<p><b>Con atmósfera controlada:</b> La atmósfera controlada tiene como objetivo modificar y monitorear con precisión la composición del aire atmosférico que rodea a las frutas en el almacenamiento, minimiza el proceso de maduración, prolonga su período de vida y mantiene la calidad en el almacenamiento.</p> <p>Se recomienda almacenar la mora a una temperatura de 0 a 5 °C con concentraciones de 5 a 10 % de O<sub>2</sub> y de 15 a 20 % de CO<sub>2</sub>.</p>	

**Fuente. (Arias & Toledo, 2000), (CORPOICA, 2000), (Picha, 2004) y (PROCOLOMBIA, 2014)**

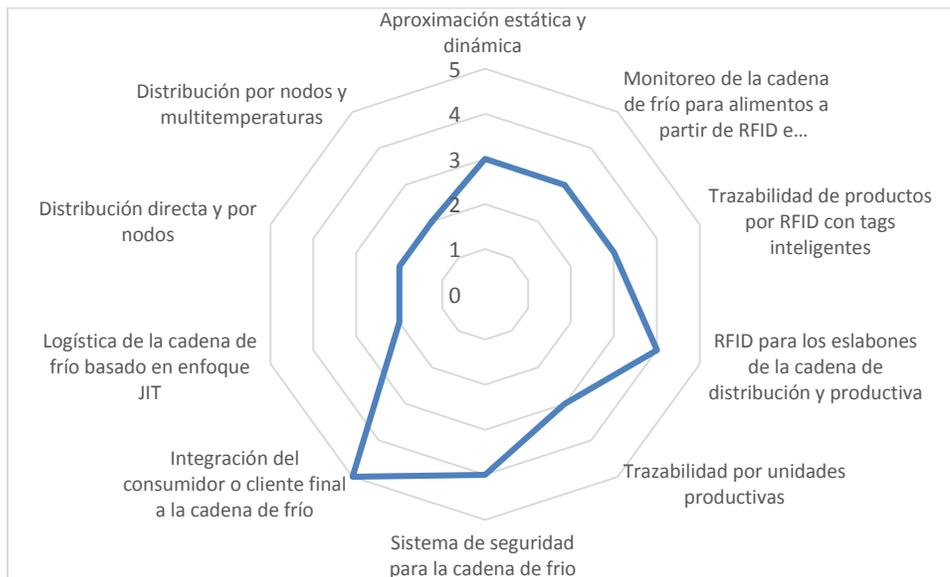
A nivel transversal de la cadena de frío es necesario tener en cuenta los factores de temperatura, humedad y pérdidas:

- **Temperatura:** factor ambiental más importante y de mayor influencia en el proceso de deterioro durante la conservación de productos frutales y hortícolas frescos. Si la temperatura se incrementa 10 °C sobre el valor óptimo, el porcentaje de deterioro se incrementa, a su vez, de 2 a 3 veces más, puesto que la velocidad de una reacción química aumenta exponencialmente al crecer la temperatura. La cadena de frío no debe romperse por periodos prologados en las actividades de salida de almacenamiento en frío a transporte refrigerado.
- **Humedad relativa:** cociente de la presión del vapor de agua en el aire y la presión máxima de vapor de agua, a la misma temperatura y es el principal factor que afecta la transpiración en las frutas, entre más grande sea la diferencia entre las presiones del vapor, mayor será el flujo de agua y por ende mayor será la pérdida de peso (85%-95%). Se debe cuidar no sobrepasar estos límites, puesto que la condensación del vapor de agua por largos periodos de tiempo en contacto con la superficie desencadena el apareamiento de microorganismos.
- **Factores que ocasionan pérdidas:** aumento de temperatura de 35°C, daño por congelación (temperatura menor a la de congelación de los tejidos), daño por frío, daño físico (lesiones mecánicas, cortes, golpes y perforaciones, manejos deficientes en manipulación, transporte y almacenamiento), daño patológico (se favorece por alta temperatura y humedad, para la mora las pérdidas poscosecha se dan principalmente por la presencia de Botritis (pudrición gris), causada por el hongo Botrytis cinerea, que muestran un crecimiento óptimo a temperaturas de 20°C a 25°C (Barrero, 2009).

## 2.2.2 Propuesta de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla

La valoración de impacto y pertinencia de los modelos cadena de frío frente a las necesidades de la cadena productiva de la mora de castilla realizada por (Flórez M., 2012) indica que los modelos a) sistema de seguridad para la cadena de frío (Ji, 2009), b) RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva (Yan & Lee, 2009) y c) integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío (Raspor, 2008) son los que presentan una mejor perspectiva de adaptación. Esta valoración se realizó en conjunto para las variables de rango de temperatura, rango de humedad y tiempo de vida útil del producto (ver Figura 2-9), empleando una escala de 1 a 5, siendo 1 no pertinente, 2 indiferente, 3 aceptable, 4 pertinente y 5 óptimo. La valoración detallada de los modelos se presenta en el Anexo B.

**Figura 2-9. Valoración de impacto y pertinencia de los modelos de cadena de frío frente a la cadena productiva de la mora de castilla.**

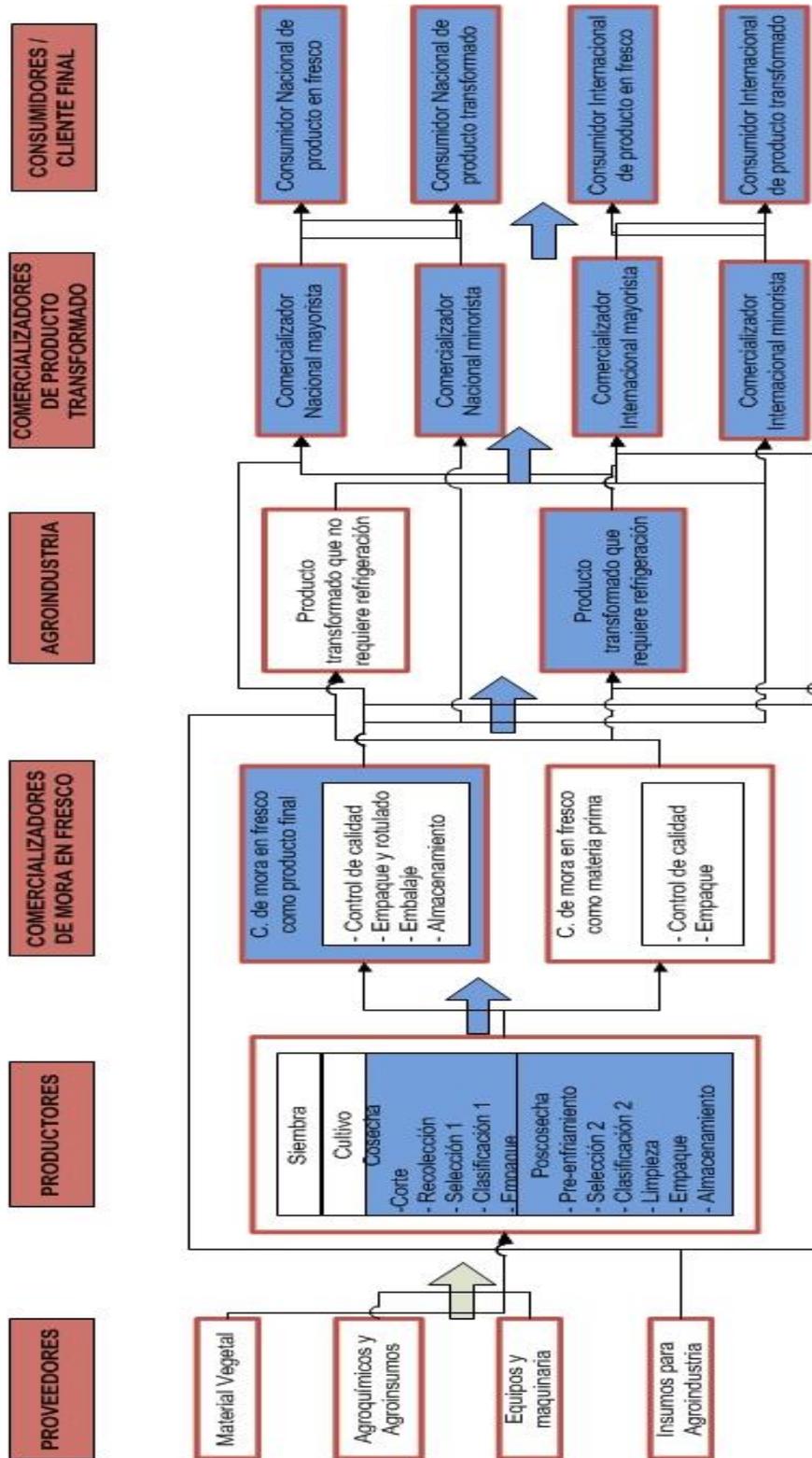


Fuente: Elaboración propia a partir de (Flórez M., 2012).

---

De acuerdo a la identificación de necesidades de sistemas de frío dentro de la cadena productiva de la mora de castilla presentada anteriormente, en la Figura 2-10 se detalla la propuesta de integración de estas dos cadenas, de acuerdo a los eslabones establecidos, en la cual se encuentran sombreados los puntos de integración y las flechas grandes indican la necesidad de transporte refrigerado para mantener la cadena de frío entre los eslabones.

Figura 2-10. Integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla



Fuente: Elaboración propia.

Para poder implementar la cadena de frío es necesario establecer los puntos de control en cada uno de los eslabones, para lo cual se utilizará el sistema HACCP<sup>11</sup>. Este sistema basado en fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Todo sistema de HACCP es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico (FAO, sf).

El Sistema de HACCP consiste en los siete principios siguientes (FAO, sf): (1) Análisis preventivo (2) Identificación de PCC, (3) Determinación de límites críticos, (4) Monitoreo de cada PCC, (5) Aplicación de acciones correctivas a efectuar cuando ocurra una desviación del límite crítico, (6) Desarrollo e implementación de un sistema de mantenimiento de registros y (7) Procedimientos de verificación. En la XX se presenta la identificación de los PCC internos y externos para los eslabones que presentan integración con la cadena de frío.

**Tabla 2-14. PCC para los eslabones de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla.**

<b>Eslabón</b>	<b>PCC Internos</b>	<b>PCC Externos</b>
Productores	Control de las propiedades fisicoquímicas, madurez, vida útil, empaques y embalaje.	Condiciones de almacenamiento
Comercializadores de mora en fresco	Control de la trazabilidad del producto. Control de temperatura y Humedad relativa. Integrar tecnología RFID.	Tiempo de transporte desde la comercialización a eslabón de destino. Tiempo de manipulación donde se rompe la cadena de frío entre la salida del transporte y la llegada al destino final.
Agroindustria	El manejo de la temperatura en manipulación y almacenamiento depende de los procesos a los que se somete el producto. RFID en unidades de refrigeración.	Condiciones de almacenamiento y transporte dependiendo del tipo de producto (si requiere o no refrigeración).
Comercializadores de producto transformado	Trasporte especializado acorde con las condiciones de almacenamiento requeridas para cada producto en las unidades de comercialización.	Condiciones de almacenamiento y transporte dependiendo del tipo de producto (si requiere o no refrigeración).

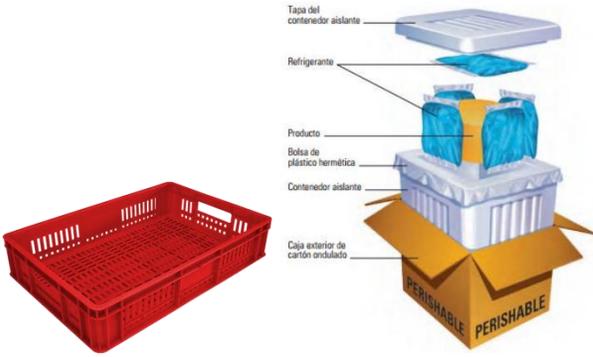
<sup>11</sup> Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP).

Eslabón	PCC Internos	PCC Externos
	RFID para trazabilidad.	

Fuente: elaboración propia a partir de (Flórez M., 2012).

Los equipos requeridos para la integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la mora de castilla para los eslabones establecidos son:

**Tabla 2-15. Equipo requeridos por eslabón.**

Eslabón	Equipos
Productores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-enfriamiento con agua, con aire forzado o hielo en las canastillas protegiendo la fruta del contacto directo con éste para evitar el daño de las drupas.</li> <li>• Empaque: Canastillas plásticas para minimizar pérdidas por daño mecánico o humedad, La altura máxima de producto deber ser de 8 cm.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento: garantizar rangos de temperatura de 0 a 5°C y humedad relativa entre 85% y 95%. Espacio acondicionado, limpio, piso de cemento, libre de contaminación y radiación solar.</li> </ul>
Acopio productores asociados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte: debido a las distancias de las fincas a los centros de acopio y teniendo en cuenta las condiciones de las carreteras colombiana se recomienda transporte en camperos con buenas condiciones mecánicas y de aseo, protegiendo a la fruta del sol durante el transporte y el tiempo de espera. Ideal en esta etapa Vehículo isoterma.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaque de Atmósfera Modificada: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Polietileno de baja densidad (PEBD), calibre 2 (0,035 mm Ø), con atmósfera modificada con 20 % CO<sub>2</sub>, 10 % O<sub>2</sub> y 70 % N<sub>2</sub> (Dayron &amp; Otros, 2006).</li> </ul> </li> </ul>

Eslabón	Equipos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ aplicación de recubrimientos comestibles a base de iones de alginato de sodio y calcio, con empaque termosellado (PET-PP) prolonga la vida útil del producto hasta 7 días en condiciones de refrigeración y contribuye a la preservación de las propiedades físico-químicas y el potencial antioxidante (Ayala S, Valenzuela R, &amp; Bohorquez P, 2014)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● Almacenamiento: cuarto frío con temperatura de 0 a 5°C y humedad relativa entre 90% y 95% (variación de temperatura entre ±1°C).</li> </ul>
Comercializadores de producto en fresco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transporte: Vehículo refrigerado.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● Almacenamiento: nevera o cuarto frío temperatura de enfriamiento de 1°C y humedad relativa entre 90% y 95%.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>● Exhibición: nevera o mueble pequeño (anaquel o góndola) refrigerado con temperatura de 5°C.</li> </ul> 
Agroindustria (Productos que requieran refrigeración, jugos, pulpas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transporte: Vehículo refrigerado.</li> <li>● Almacenamiento según requerimientos del producto transformado</li> <li>● Monitoreo de condiciones de temperatura de acuerdo al producto transformado.</li> </ul>
Comercializador Nacional mayorista y minorista	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Transporte: Vehículo refrigerado.</li> <li>● Almacenamiento en cuarto frío con temperatura de 1°C (no aplica para minorista).</li> <li>● Exhibición: muebles refrigerados con temperatura de 5°C, góndolas y/o anaqueles de refrigeración.</li> </ul>

Eslabón	Equipos
Comercializador internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte refrigerado: dependiendo del mercado y del producto puede ser aéreo o marítimo.</li> <li>• Almacenamiento según requerimientos del producto.</li> </ul>
Cliente final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte sin refrigeración.</li> <li>• Almacenamiento en nevera o congelador según preferencias del cliente.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia a partir de (Dayron & Otros, 2006), (Ayala S, Valenzuela R, & Bohorquez P, 2014), (Flórez M., 2012) y (García P., 2012).**

De acuerdo al estudio realizado por PROCOLOMBIA (PROCOLOMBIA, 2014), para la trazabilidad y monitoreo de la información de la cadena de frío se cuenta con los siguientes equipos:

- Termo-registros: tecnología usual en los servicios de transporte para monitoreo de productos refrigerados. Se puede complementar con sistemas que permitan un monitoreo satelital de la temperatura, con la cual se puede estar al tanto del estado de los productos en tiempo real.
- GPS<sup>12</sup>: tecnología manejada sobre una base satelital en órbita terrestre que permite el monitoreo en tiempo real en los vehículos. Se puede complementar con la instalación de sensores que permitan mostrar niveles de temperatura y humedad relativa.
- GPRS<sup>13</sup> red celular: permite la transferencia de datos en paquetes a alta velocidad en uno o varios canales de la red GSM y el monitoreo la temperatura de manera periódica, tanto para procesos de almacenamiento como de transporte refrigerado.

<sup>12</sup> Sistema de Posicionamiento Global.

<sup>13</sup> General Packet Radio Service por sus siglas en inglés.

## **2.3 Cadena de frío y su integración con la cadena productiva de la papa criolla**

A diferencia de la papa común (*Solanum tuberosum*), la corta vida poscosecha y la rápida brotación del tubérculo de la papa criolla (*Solanum phureja*) no permite un almacenamiento por largos periodos de tiempo. Por ello, la comercialización y venta del producto fresco se debe realizar en el menor tiempo posible en el caso del mercado interno, mientras en el mercado externo la forma de comercialización recomendada es con productos procesados. Por tanto, el análisis de consumidor externo se debe realizar en función de las tendencias de consumo y comercio de productos de papa procesada (Bonilla C., Cardozo P., & Morales C., 2009).

La corta vida útil de la papa criolla (5 a 8 días) se debe a su corto reposo y su susceptibilidad a la brotación y verdeamiento (Angelfire, sf). El mercado de exportación está enfocado principalmente en productos transformados de papa criolla como: precocida, prefrita y congelada, la cual es demanda por Estados Unidos, Japón, y algunos países de la Unión Europea como España y Francia (MADR, 2014).

### **2.3.1 Identificación de las necesidades de sistemas de frío en la cadena productiva de la papa criolla**

Aunque la papa criolla no es un producto tan perecedero como la mora de castilla (vida útil de 3 a 5 días) sus necesidades de sistemas de frío para conservación del producto son menores. En el país la mayor parte de las cosechas de papa se manejan en condiciones no refrigeradas en las fincas y lugares de acopio, siendo el principal empaque los bultos de polipropileno y polietileno de capacidad de 6 a 7 Kg.

La papa criolla generalmente se transporta sin condiciones de refrigeración en camiones o camionetas desde los pequeños productores a centros de acopio y comercialización, tiendas de barrio y fruvers en las ciudades, y únicamente se emplea transporte refrigerado para la papa procesada (precocida, prefrita y congelada o precocida en bolsa) desde la

planta de proceso hasta los puntos de venta al público (MADR, 2014). En algunas grandes superficies se exhibe el producto en góndolas con refrigeración.

Los programas de investigación en papa criolla se han enfocado principalmente en mejoramiento genético, desarrollo de variedades y según (Angelfire, sf) en posibilidades de transformar el producto aprovechando su excelente calidad culinaria, su alto valor alimenticio y la gran aceptación de la papa criolla por parte del consumidor interno (francesa precocida, prefrita y congelada, papa entera precocida y congelada, papa en línea, preformados y puré de papa). En la Figura 2-11 se detallan los parámetros que deben cumplir los productos transformados de papa criolla de acuerdo a su presentación encurtida, precocida, frita o deshidratada.

**Figura 2-11. Parámetros utilizados en la industria según producto procesado.**

PARAMETRO	ENCURTIDOS		PRECOCIDO		FRITO		DESHIDRATADA
	SALMUERA	VINAGRE	ENLATADO	CONGELADO	HOJUELA	FRANCESA	
PRODUCTO							
FORMA Y DIAMETRO	Redondo y/o Comprimido 2.5 cm		Redondo y/o Comprimido 2.5 cm		Redondo y/o Comprimido 4.0 – 6.5 cm 6.5 – 8.0 cm	Comprimido y/o Alargado 5.0 cm o más	Redonda 3.0 - 4.5 cm
PROFUNDIDAD DE OJOS	Sobresalientes y/o superficiales						
COLOR	Color piel: Amarillo intenso				Escala internacional: máximo 2.7 Escala de colores: Mínimo 5.0	Escala internacional: máximo 3.0	Amarillo intenso
MATERIA SECA	16 a 19%		18.5 – 20.5%		Niveles superiores a 23%		21 – 25%
GRAVEDAD ESPECIFICA	1.075 – 1.070		1.068 – 1.070		1.089		1.080 – 1.100
ALMIDON (%)	9.85 – 12.70		12 - 14		Niveles superiores a 16.61		14.5 – 18.5
QUEMADO (%)	No Aplica				Máximo en línea: 15%	Máximo en línea: 30%	No aplica
CARACTERISTICAS DE RECHAZO	Suma de defectos: Daño por plagas: máximo 8% (Tecia, chiza, tiroteador, gusano blanco, babosa, trozador) Daños por microorganismos: máximo 3% (Alteraciones por bacterias, hongos, etc). Daño físico: Máximo 10% (Asoleada, magullada, cortada, pardeada, papa hueca)				Suma de defectos internos y externos: 3% Daño interno: Pulpa color diferente o papa hueca. Daño externo: Microorganismos, plagas, asoleada, tallada, magullada		

Fuente: Rivera, 2002; IICA, 1993 citado por (Gobernacion de Cundinamarca; Federacion Colombiana de productores de papa, 2009)

### 2.3.2 Propuesta de integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la papa criolla

La comercialización de la papa criolla fresca requiere que el producto cumpla con requerimientos internos y externos. Los internos corresponden harinosidad, necesita de altos contenidos en materia seca, corazón completo (sin hueco, ni manchas oscuras) y color de pulpa homogéneo. Los externos corresponden a una buena apariencia, la cual se refleja en tubérculos redondos, ojos superficiales, piel lisa, color característico de Yema de Huevo; sin manchas, pigmentaciones, daños mecánicos o daños causados por enfermedades o plagas (Gobernacion de Cundinamarca;Federacion Colombiana de productores de papa, 2009).

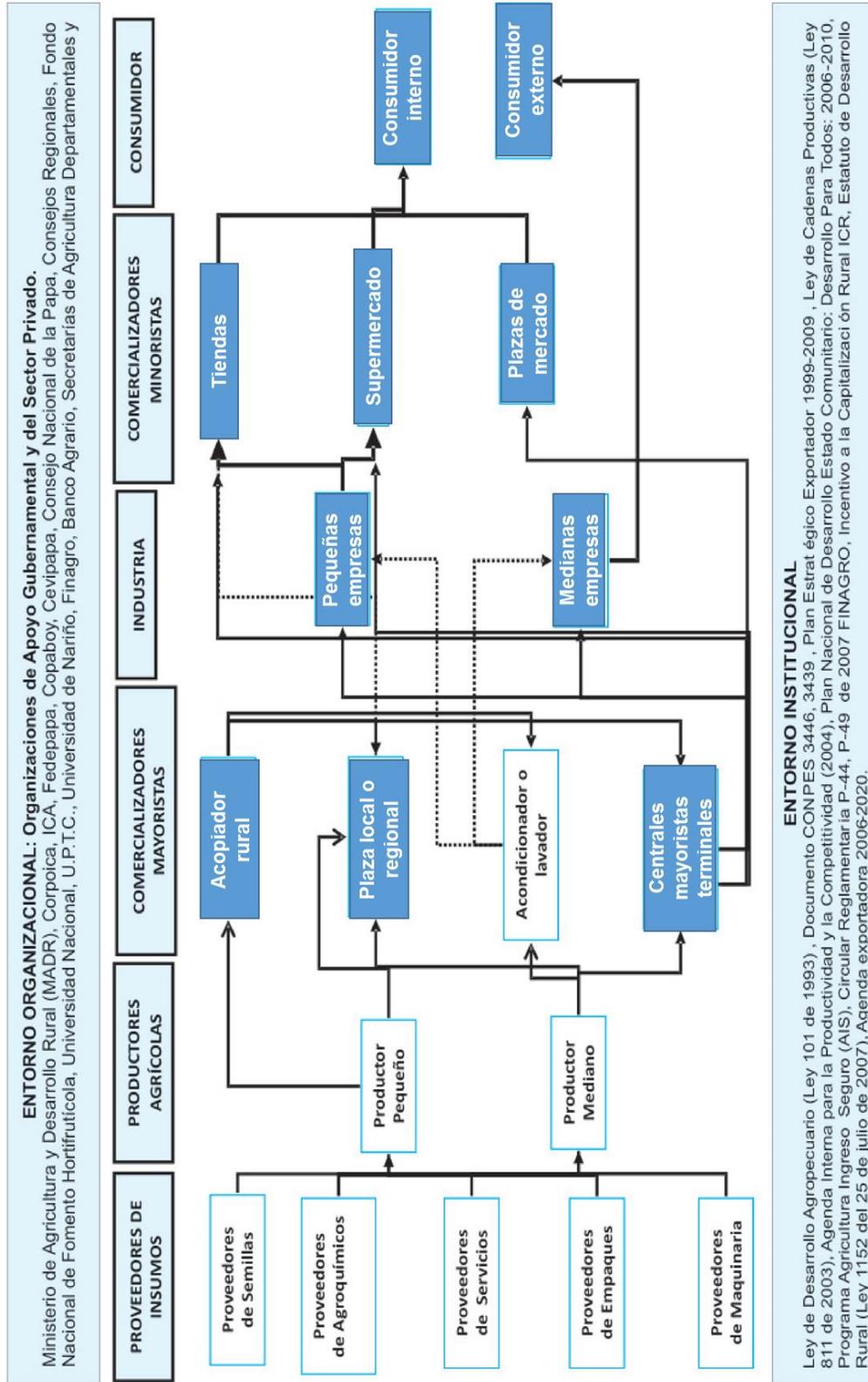
La papa criolla es ideal para para procesos de enfriamiento y almacenamiento refrigerado, debido a que su valor promedio de porosidad es de 48,1% que se considera alto (Gobernacion de Cundinamarca;Federacion Colombiana de productores de papa, 2009). De acuerdo a la identificación de necesidades, los equipos requeridos para la integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la papa criolla para los eslabones establecidos son:

**Tabla 2-16. Equipo requeridos por eslabón.**

Eslabón	Equipos
Acopiador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaque: películas protectoras comestibles para prolongar la vida útil de la papa criolla, tratamiento de asociación del fungicida tiabendazol, 4.5 ml de p.c./l y cera, bajo condiciones de 2°C y 90% de humedad relativa, con un tiempo de vida promedio de 30 días (Pino, 1995 citado por (Gobernacion de Cundinamarca;Federacion Colombiana de productores de papa, 2009)).</li> </ul>
Comercializador Nacional mayorista y minorista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte: Vehículo refrigerado.</li> <li>• Almacenamiento en cuarto frío con temperatura de 1°C (no aplica para minorista).</li> <li>• Exhibición: muebles refrigerados con temperatura de 5°C.</li> </ul>
Cliente final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte sin refrigeración.</li> <li>• Almacenamiento en nevera o congelador según preferencias del cliente.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de (Dayron & Otros, 2006), (Ayala S, Valenzuela R, & Bohorquez P, 2014), (Flórez M., 2012) y (García P., 2012).

Figura 2-12. Integración de la cadena de frío con la cadena productiva de la papa criolla.



Fuente: Elaboración propia.

### **3. Diagnóstico tecnológico de la cadena de frío en Colombia**

Con el objetivo de conocer la situación de la cadena de frío para el sector hortofrutícola, identificando las capacidades tecnológicas existentes, los actores oferentes de tecnología y el entorno de la cadena de frío respecto a los líderes mundiales, el presente capítulo aborda en primer lugar, la situación actual elaborada a partir de diagnósticos previos realizados por *Global Cold Chain Alliance – GCCA-* y Procolombia, complementada con la búsqueda de información de las empresas ofertantes de tecnología en las principales etapas de la producción de frutas y hortalizas. En segundo lugar, se presenta la capacidad actual del país en almacenamiento de productos perecederos comparado con países de la región y países líderes. En tercer lugar, se presenta un inventario de las principales empresas nacionales con oferta de productos principales ofrecidos para la cadena de frío y un balance de las importaciones en equipos relacionados con la refrigeración en el país en periodo comprendido entre los años 2010 a 2014. En cuarto lugar, se realiza un análisis del entorno organizacional y normativo en el que se desenvuelve la cadena así como un escaneo tecnológico con las publicaciones colombianas en revistas internacionales, comparando su dinámica con referentes internacionales, y finalmente se presentan una serie de retos y oportunidades de la cadena de frío en Colombia.

#### **3.1 Caracterización de la oferta en tecnología de cadenas de frío para el sector hortofrutícola**

En 2014, la *Global Cold Chain Alliance – GCCA-* (citado por (PROCOLOMBIA, 2014)) publicó los resultados de un estudio de cadenas de frío en los principales países de la región andina. Estos resultados arrojaron un conjunto de necesidades y problemas entre los cuales se destacan el bajo número de suficientes centros de distribución de cadena de

frío, baja oferta de transporte refrigerado especializado, baja implementación y ejecución de regulaciones sobre inocuidad alimenticia, débil cadena de frío para frutas y vegetales, los cuales se originan principalmente por malas prácticas en los eslabones de producción y comercialización y no permiten un manejo adecuado a los productos que requieren refrigeración, así como una falta de conocimiento técnico de las operaciones en cadena de frío. Adicionalmente, existe dificultad para encontrar servicios de almacenamiento para productos congelados y refrigerados.

### 3.1.1 Capacidad instalada para almacenamiento en frío

De acuerdo con (PROCOLOMBIA, 2014), en Colombia existen una serie de sectores como el floricultor, lácteo y cárnico que cuentan con empresas productoras y comercializadoras con una infraestructura de frío para sus productos en todas las etapas del proceso; sin embargo, para el sector hortofrutícola no se posee la misma infraestructura, presentándose los problemas descritos en el numeral 3.

De acuerdo con la *International Association of Refrigerated Warehouse*, para el año 2012 Colombia contaba con 0,85 millones de m<sup>3</sup> de capacidad instalada de bodegas refrigeradas (*Cold Storage*), de las cuales solo el 0,34 millones de m<sup>3</sup> estaban destinada ofrecer servicios a terceros (*third party 3P*). Esta cifra es baja en comparación con la capacidad estimada en el mundo de 552 mil millones de metros cúbicos disponibles para almacenamiento en frío, con un incremento del 20% respecto a lo reportado en 2012. (IARW, 2014). Los países con mayor capacidad de almacenamiento en frío en el mundo son India, Estados Unidos y China como se observa en la Tabla 3-1, así mismo se identifica a Brasil, México y Chile como los países de la región con mejores capacidades.

**Tabla 3-1. Áreas de almacenamiento refrigerado en los principales países.**

País	Área de almacenamiento refrigerado, Millón de m <sup>3</sup>	Año
India	131.000	2014
Estado Unidos	115.000	2014
China	76.000	2014
Japón	33.000	2014

País	Área de almacenamiento refrigerado, Millón de m <sup>3</sup>	Año
Brasil	16.050	2014
Chile	3.658	2014
Colombia	0,860	2012
República Dominicana	0,024	2014
El Salvador	0,042	2014
Guatemala	0,035	2014
México	4.869	2014
Panamá	0,137	2014
Perú	0,437	2014
Uruguay	0,980	2012

**Fuente: Elaboración propia a partir de (IARW, 2012) y (IARW, 2014).**

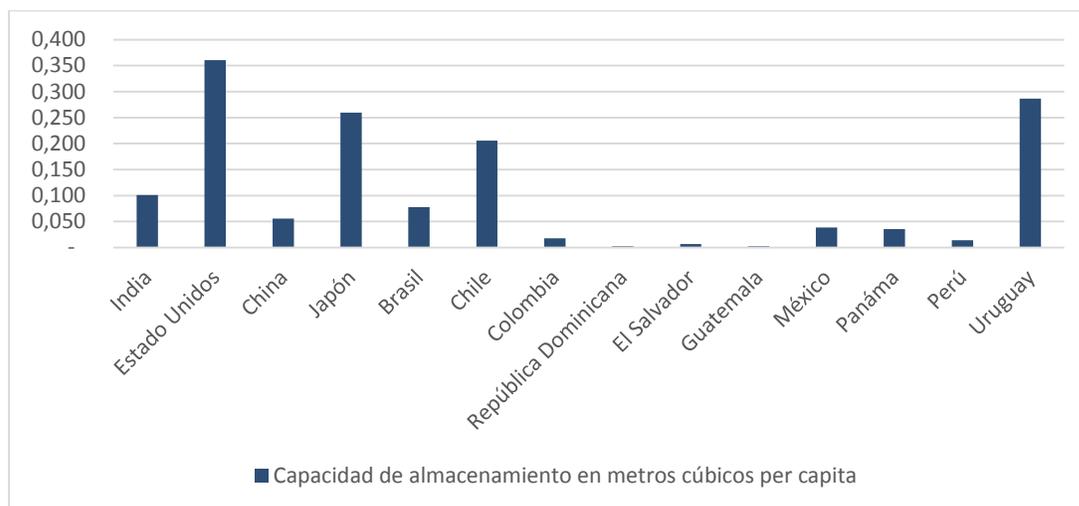
Analizando esta información en términos de metros cúbicos disponible por habitante, se identifica a los Estados Unidos como el líder entre los países definidos con una capacidad promedio per cápita de 0,361 m<sup>3</sup>, seguido de Uruguay con 0,287 m<sup>3</sup>, Japón con 0,260 m<sup>3</sup> y Chile con 0,206 m<sup>3</sup> como se muestra en la Figura 3-1. Por su parte, Colombia solo posee una capacidad de 0,018 m<sup>3</sup>, la cual se es baja para las necesidades actuales y futuras del país, considerando las proyecciones de crecimiento de la producción de alimentos en el país.

Las principales empresas que ofrecen el servicio de almacenamiento son COLFRIGOS, con un área de 28.200m<sup>2</sup>; el Frigorífico Metropolitano con una capacidad de 101.000m<sup>3</sup> distribuidos en las ciudades de Bucaramanga, Cartagena y Bogotá que alcanza almacenar 14.000 toneladas de alimentos; Almavi, tiene una capacidad de 5.700m<sup>3</sup> en tres bodegas; Frio Transandina posee una capacidad de 3.800m<sup>3</sup>, Rentafrió tiene un área de 4.700m<sup>2</sup> de bodegas en Medellín y Barranquilla; la empresa Megafin puede almacenar hasta 8.000 toneladas; Frio Frimac tiene capacidad de almacenar 3.400 toneladas de alimentos y Frigoper 650 toneladas<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Información recopilada de las páginas web de las principales empresas con servicio de almacenamiento refrigerado del país.

**Figura 3-1. Capacidad de almacenamiento en frío per cápita (m<sup>3</sup>).**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de (IARW, 2012) y (IARW, 2014), datos de población mundial tomada de <http://data.worldbank.org/indicador/>

De otra parte, se analizó la infraestructura portuaria y aeroportuaria del país, la cual, de acuerdo a (PROCOLOMBIA, 2014) y (LEGISCOMEX, 2014), viene fortaleciendo su capacidad instalada para ofrecer servicios especializados para carga refrigerada que garanticen el mantenimiento de la cadena de frío de los productos que lo requieran. En la actualidad se identifican sociedades portuarias de servicios público en Colombia que ofrecen servicios públicos, toma corrientes para contenedores refrigerados, sistemas de monitoreo y trazabilidad de temperatura a contenedores y bodegas refrigeradas como apoyo a las operaciones de perecederos e infraestructura para inspecciones de carga.

**Tabla 3-2. Unidades de toma corrientes al servicio de los contenedores refrigerados.**

Sociedad Portuaria	# Toma Para Contenedores Refrigerados	Otras Facilidades
Sociedad portuaria Regional de Santa Marta	432	Sortier Container y bodegas refrigeradas
Sociedad portuaria Regional de Cartagena	550	Sortier Container
Sociedad portuaria Regional de Barranquilla	108	Sortier Container
Sociedad portuaria Regional de Buenaventura	384	Sortier Container
Terminal de Contenedores de Cartagena (CONTECAR S.A)	84	Sortier Container
Terminal de Cartagena grupo COMPAS	100	Sortier Container

Sociedad Portuaria	# Toma Para Contenedores Refrigerados	Otras Facilidades
Barranquilla container terminal S.A (BCT)	96	Sortier Container
Terminal de Contenedores de Buenaventura (TC BUEN)	150	Sortier Container

Fuente: (PROCOLOMBIA, 2014).

En lo que respecta a los cuatro principales aeropuertos del país, El Dorado en Bogotá cuenta con 2.120 metros de cuartos refrigerados, el José María Córdova de la ciudad de Medellín no posee cuartos propios, el Alfonso Bonilla Aragón de Cali cuenta con el servicio externo de la empresa TAESCOL, el Ernesto Cortissoz de Barranquilla cuenta con la empresa Frio Frimac, (PROCOLOMBIA, 2015).

### 3.1.2 Empresas para la cadena de frío

En Colombia se han identificado más de 100 empresas que proveen servicios y productos de forma directa o indirecta en diferentes etapas de la cadena de frío. Existen empresas fabricantes nacionales neveras de icopor portátiles, bloques de enfriamiento sustitutos del hielo, geles refrigerantes, entre otros, que pueden suplir la necesidad en las primeras etapas de la cosecha. Así mismo, existen fabricantes y distribuidores de refrigeradores los cuales a pequeña escala pueden llegar cubren la necesidad de almacenamiento de producto. Existen también empresas especializadas en el diseño, montaje y mantenimiento de cámaras, equipos e instalaciones frigoríficas para aplicaciones comerciales e industriales, proveedores de equipos para estos montajes, capacitadores y los que prestan los servicios de mantenimiento. Finalmente se encuentran los operadores que prestan servicio de transporte y almacenamiento.

- **Productores de neveras portátiles y geles refrigerantes**

En Colombia existe un nicho de mercado establecido para de este tipo de productos que atiende principalmente la demanda del sector salud para el manejo, almacenamiento y transporte de vacunas, las cuales por normatividad deben garantizar la temperatura óptima en toda la cadena. Los equipos utilizados para el sector vacunas pueden cumplir la misma

función en el sector hortofrutícola de mantener la cadena de frío, teniendo en cuenta que el mayor porcentaje de productores son pequeños.

Como se presentó en el capítulo anterior en cada una de las etapas se debe garantizar el manejo de la temperatura para la conservación del producto, para lo cual se requiere que desde el momento de la cosecha el bien se manipule, almacene y transporte adecuadamente. Para esta primera parte del proceso se planteó el uso de neveras de icopor, geles refrigerantes y canastillas para conservar y transportar el producto cosechado, para lo cual se identificaron una serie de empresas nacionales que ofrecen estos productos (ver Tabla 3-3). Con relación a este aspecto, existen en el mercado otros productos como cajas térmicas que utilizan poliuretano como aislante, usadas comúnmente en el almacenamiento y transporte de vacunas, las cuales cumplirían la misma función.

**Tabla 3-3. Empresas productoras neveras portátiles y geles refrigerantes**

EMPRESA	PAGINA WEB	SERVICIOS
THERMO ICE DE COLOMBIA	www.thermoice.com	Fabricación y comercialización de productos para cadena de frío, frigotérmicos, y productos decorativos. Tiene como portafolio, geles refrigerantes, contenedores térmicos y productos para frigiterapia.
BIO THERMICS COLOMBIA	www.biothermicscolombia.com	Suministra artículos de cadena de frío, ofrece un servicio general de asesoría y acompañamiento durante el proceso de conocimiento e implementación de los mismos. Soporta trabajo con el uso y comercialización de equipos de medición de alta tecnología. Productos: * Gel Refrigerante * Neveras de Icopor, Cajas Térmicas, Cajas Biotérmicas *Equipos de Medición Temperatura - <i>Datalogger</i> / Termómetros Infrarrojos / Etiquetas Visuales
An-GEL SAS	www.an-gel.com.co	Suministro de PAQUETES FRÍOS PARA TRANSPORTACIÓN basados en la tecnología de congelación de la estructura molecular de las cadenas poliméricas de las GELES REFRIGERANTES. También provee HIDROGEL AGROPECUARIO, PORTA-PROBETAS CRIOGÉNICOS y GELES ELÉCTRICAS usadas y requeridas para cualquier puesta a tierra.

EMPRESA	PAGINA WEB	SERVICIOS
RUBBERMAID COLOMBIA	<a href="http://demarca.co/">http://demarca.co/</a>	Dentro de su vasta línea de productos ofrece neveras para almacenamiento de productos alimenticios, y sustitutos de hielo.
FORMAPOR COLOMBIA S.A.S.	<a href="http://www.formapor.com">www.formapor.com</a>	Comercialización a nivel nacional de productos de Poliestireno Expandido - EPS (icopor), dentro de su portafolio están las Thermo Neveras y gel refrigerante.
IMAAS	<a href="http://www.imaas.com">www.imaas.com</a>	Productos para el mantenimiento de cadena de frío y el tratamiento de aguas para calderas y sistemas de enfriamiento. Ofrece también aditivos, refrigerantes para radiadores de automóviles y camiones, placas eutécticas que conservan el frío en las cajas de transporte de productos que necesitan refrigeración y una línea biodegradable de limpiadores para limpieza de manos, pisos y maquinaria.
ICOFORMAS S.A.S	<a href="http://www.icoformas.com.co">www.icoformas.com.co</a>	Productos en las líneas de Construcción, Moldeo-Neveras, Empaques, Figurados y Materias Primas en Poliestireno Expandido (EPS-ICOPOR)
MUNDICOPOR S.A.S	<a href="http://www.mundicopor.com">www.mundicopor.com</a>	Fabricación y comercialización de productos de poliestireno expandido (EPS), Neveras de icopor
THERMOPOR	<a href="http://thermoporcali.com">thermoporcali.com</a>	
CONSTRUCOPOR	<a href="http://construicopor.com">construicopor.com</a>	

Fuente: Elaboración propia.

- **Fabricación y montaje de instalaciones para refrigeración**

Otra de las necesidades a abastecer en tecnología para un óptimo desempeño de la cadena de frío en el sector hortofrutícola tiene que ver con infraestructura para el almacenamiento en grandes volúmenes de productos en cuartos fríos. Con relación a este aspecto, se identificó en Colombia la existencia de empresas que proveen este servicio y en algunos casos incluyen hasta la fase de capacitación en temas de refrigeración (ver Tabla 3-4).

**Tabla 3-4. Empresas para construcción y montaje de cuartos de refrigeración**

EMPRESA	PÁGINA WEB	SERVICIOS
GRIVAN INGENIERÍA S.A.	<a href="http://grivaningeneria.com.co">grivaningeneria.com.co</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de refrigeración e instalación sistemas de refrigeración</li> <li>• Servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de cuartos fríos y sistemas de refrigeración</li> </ul>

EMPRESA	PÁGINA WEB	SERVICIOS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación en refrigeración</li> </ul>
INGENIERIA DE REFRIGERACION INDUSTRIAL ROJAS HERMANOS S. A.	www.rojas-hermanos.com	Diseñar, desarrollar, fabricar y comercializar equipos y soluciones para la cadena de frío.
REFRIGERACION INDUSTRIAL FRIOTERMICA SAS	www.cuartos-frios.com.co	Línea de productos para conservación de perecederos, aislamiento térmicos, y aplicaciones constructivas. Construcción cuartos fríos, quipos y puertas.
ALFRIO	www.alfrio.net	Diseño, fabricación y montaje de cámaras, equipos e instalaciones frigoríficas para aplicaciones comerciales e industriales.
REFRIGERACION INDUSTRIAL THERMOCOLD SAS	www.thermocoldsas.com	Fabricantes directos de paneles isotérmicos en cubiertas aisladas, containers refrigerados, salas de proceso y cuartos fríos (fijos, modulares y móviles, puntos de venta), e importadores directos de equipos de refrigeración industrial como unidades condensadoras y evaporadores I, además de racks (sistemas de refrigeración en paralelo)
INDUSTRIAS REFRIDCOL S.A	www.refridcol.com	Industrias Refridcol S.A, se especializa en el desarrollo de soluciones en el campo de la refrigeración industrial y comercial en Colombia.
REFRIGERACION ELECTRICIDAD Y AUTOMATISMOS LTDA	www.refriautomatismos.com	Fabricación, montaje y mantenimiento de Cuartos Fríos; paneles para aislamiento térmico; equipos de refrigeración instalados individual o tipo Rack; tableros eléctricos, subestaciones; mobiliario en acero inox.
INVERCA COLOMBIA S.A	invercacolombia.blogspot.com.co	Es una asociación estratégica entre Centro Aceros de Colombia e Inverca España para el desarrollo de invernaderos climatizados, competitivos dentro de la realidad de las zonas tropicales y subtropicales

Fuente: Elaboración propia

- **Productores de neveras industriales y comerciales**

Con relación a la producción de equipos de refrigeración industrial, neveras comerciales, congeladores, vitrinas y afines, así como la comercialización de repuestos de refrigeración industrial se encontró que en Colombia también existen empresas que proveen este tipo

de tecnología el cual es de mayor uso en los comercializadores. La Tabla 3-5 muestra las principales empresas productoras en el país.

**Tabla 3-5. Empresas productoras de neveras industriales y comerciales**

<b>EMPRESA</b>	<b>PAGINA WEB</b>	<b>SERVICIOS</b>
INDUSTRIAS COLOMBIA S.A. INDUCOL	www.inducol.com.co	Fabrica una amplia variedad de equipos de Refrigeración comercial, con materiales y procesos que permiten preservar el medio ambiente.
Indufrial Colombia	www.indufrialcolombia.com	Produce y comercializa artefactos de refrigeración comercial e industrial
REFRIGERACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL NIBEC LTDA.	www.nibecas.com	fabricación y venta de equipos de refrigeración y congelación Industriales y Comerciales de alta tecnología y calidad
REFRITERMICAS ING. LTDA.	www.refritermicas.com	Importación venta y distribución mayorista de repuestos de refrigeración industrial tales como : térmicos, unidades herméticas, gas refrigerante, condensadores, evaporadores, difusores, aires acondicionados, compresores, botella de líquido, separador de aceite, filtros, protectores de voltaje, controles de temperatura, cortina para cuartos fríos, motores, tubería en diferentes medidas, accesorios en cobre, válvula de servicio, multímetros digitales, capacitores y demás.

**Fuente: Elaboración propia.**

- **Empresas de servicio de transporte y/o almacenamiento refrigerado**

En Colombia se identifican empresas que ofrecen los servicios de transporte y almacenamiento refrigerado, algunos especializados en el sector. La Tabla 3-6 muestra algunas de las empresas que en Colombia ofrecen estos servicios.

**Tabla 3-6. Empresas de servicios de almacenamiento y transporte refrigerado.**

<b>EMPRESA</b>	<b>PAGINA WEB</b>	<b>SERVICIOS</b>
COLFRIGOS	www.colfrigos.com.co	Provee soluciones integrales para la cadena de frío y cuenta con cubrimiento nacional en transporte y almacenamiento
RENTAFRIO	www.rentafrio.com	Almacenamiento y transporte en frío de productos perecederos
SRL S.A.S - SERVICIOS REFRIGERADOS LOGISTICOS.A.S	www.srl.com.co	Manejo de carga refrigerada, distribuidores autorizados de CARRIER, equipos, repuestos y servicio técnico especializado en unidades de refrigeración para

EMPRESA	PAGINA WEB	SERVICIOS
		vehículos de transporte perecedero y contenedores, alquiler y venta de contenedores
<b>MEGAFIN LOGISTICA PARA ALIMENTOS</b>	www.megafin.com.co	Centro de almacenamiento para productos congelados, refrigerados y de temperatura ambiente capacidad para almacenar hasta 8.000 toneladas de alimentos, túneles de congelación, picking, packing
<b>OPEN MARKET</b>	www.openmarket.com.co	Manejo y control de los productos farmacéuticos y medico hospitalario que requieren temperaturas controladas, a través de servicio especializado OPEN FREEZE, administración de la cadena de frío.
<b>CARGO MASTER</b>	www.cargomaster.ws	Manejo de perecederos, principalmente flores frescas a los mercados de Estados Unidos y Europa. Manejo de consolidados Conocimiento de las regulaciones aduaneras y convenios con los otros países Elaboración y Trámite de los documentos requeridos (Certificados Fitosanitarios y Certificados de Origen). Revisión de facturas de proveedores para asegurar que cumplen la regulación del país destino.
<b>BAJOZERO</b>	bajozero.co	Almacenamiento en Congelación – 22°C + 3°C.: cuartos con Capacidad de 800 posiciones con estantería simple de doble profundidad a 5 alturas. Almacenamiento en Refrigeración 1 a 4 °C.: Capacidad de 784 posiciones con estantería a 5 alturas.
<b>FRIGORÍFICO METROPOLITANO</b>	frigometro.com	Servicio de almacenamiento en cámaras frías a productos perecederos para la industria del sector de alimentos. Bucaramanga: bodega de 25.000 m <sup>3</sup> , 3.800 posiciones (pallets). Cinco muelles de carga, cámaras a 0°C, -18°C y -30°C, congelación diaria de 160.000 kg. Cartagena: bodega de 11.000 m <sup>3</sup> . 2.000 posiciones (pallets). Siete muelles de carga, cámaras a 0°C, -18°C y -30°C, congelación diaria de 40.000 kg Bogotá: bodega de 65.000 m <sup>3</sup> , 8.000 posiciones (pallets). Seis muelles de carga, cámaras a 0°C, -18°C y -30°C, congelación diaria de 40.000 kg.
<b>FRIGORIFICO DE PEREIRA FRIGOPER S.A.</b>	www.frigoper.com.co	Recepción, almacenamiento productos alimenticios (refrigeración y congelación), manejo y control de inventarios, facturación, preparación de pedidos, consolidación de carga, transporte y

EMPRESA	PAGINA WEB	SERVICIOS
		entrega de en carros refrigerados, cross docking, trasbordo y redespacho. Almacenamiento para 650 toneladas distribuidas en 9 cámaras independientes con capacidades desde 5 y hasta 200 toneladas, para la conservación de diferentes productos a diferentes temperaturas. Muelle de descargue refrigerado.
<b>FRIO FRIMAC S.A.</b>	<a href="http://www.frimac.com.co">www.frimac.com.co</a>	Transporte de todo tipo de productos, perecederos, secos, refrigerados, etc. Cuenta con: Tracto Camiones 95 unidades Camión Doble Troque 46 unidades Camión Sencillo 25 unidades Camión Turbo 28 unidades
<b>ALMAVI LTDA</b>	<a href="http://www.almavi.com.co">www.almavi.com.co</a>	Almacenamiento en bodegas de congelación, refrigeración y/o seca, con capacidades de 1.100 m <sup>3</sup> , 2.700 m <sup>3</sup> , 1.800 m <sup>3</sup> . Almavi Ltda. Se encarga de llevar a cabo la entrega de los diferentes productos al punto cero (borde del furgón o container).
<b>MOTOTRANSPORTAR S.A</b>	<a href="http://www.mototransportamos.com">www.mototransportamos.com</a>	Ofrece contenedores y furgones totalmente refrigerados para el transporte de cargas que necesitan permanecer a clima de almacenaje regulado durante los diferentes trayectos. Sistema de vigilancia y monitoreo satelital.
<b>Ditransa</b>	<a href="http://www.ditransa.com.co">www.ditransa.com.co</a>	Transporte terrestre de carga masiva y semi – masiva con cobertura nacional e internacional. Transporte de carga especializada, tal como Maquinaria, Carga refrigerada, Gráneles sólidos, entre otros.
<b>Transportes Ártico Limitada</b>	<a href="http://transartico.com/">http://transartico.com/</a>	Transporte de productos como verduras, lácteos, apanados, levadura, carnes, embutidos

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a (PROCOLOMBIA, 2014), en Colombia la mayoría de los operadores solo ofrecen servicios exclusivos de almacenamiento o transporte, observándose que pocas empresas abarcan de manera integral toda la cadena de frío, del manejo y conservación de productos que requieran temperatura controlada. Para sectores como el hortofrutícola, la tercerización de estos servicios integrados puede ser una posibilidad de reducir costos, sin embargo la oferta existente es muy baja, viéndose la necesidad de definir unas estrategias generales como sector para optimizar la

competitividad y productividad, garantizando una oferta contante y de calidad de alimentos.

Sectores de bajo desarrollo industrial y de producciones pequeñas generalmente perciben que implementar tecnologías de cadena de frío incrementa sus costos de producción principalmente porque los costos de almacenamiento a temperatura controlada son superiores al metro cubico convencional, así como los costos de transporte, por el sobre costo derivado de los equipos de frío, el costo de los furgones isotérmicos y los medidores de control de temperatura. Todo esto conlleva a la utilización de tecnologías inapropiadas e informalidad en la oferta de servicios de almacenamiento de frío y de transporte, lo que al final está repercutiendo en las pérdidas de producto, que pueden llegar a más del 50% solo en las fases de cosecha y transporte como se mencionó en el capítulo 2.

### **3.1.3 Importaciones de bienes, insumos y equipos relacionados con la cadena de frío**

Con el fin de determinar los principales bienes importados por Colombia relacionados con la cadena de frío se hicieron consultas en la base de datos de TRADEMAP <sup>15</sup> para el periodo comprendido entre los años 2010 y 2014., en las cuales se analizaron las familias de las partidas 84.15 y 84.18 del decreto No. 4927 del 26 de diciembre de 2011 por el cual se adopta el Arancel de Aduanas, las cuales hacen referencia a “Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire” y “Refrigeradores, congeladores y demás material, máquinas y aparatos para producción de frío, aunque no sean eléctricos” respectivamente. La Figura 3-2 muestra los resultados de los productos importados por Colombia donde se observa una tendencia creciente para la partida 84.15, la cual paso de importar 13,7 mil toneladas por 102,2 millones de dólares en 2010 a 22,9 toneladas por 182,3 millones de dólares en 2014, lo que representa un incremento en cantidad del 40% en 5 años; el producto de

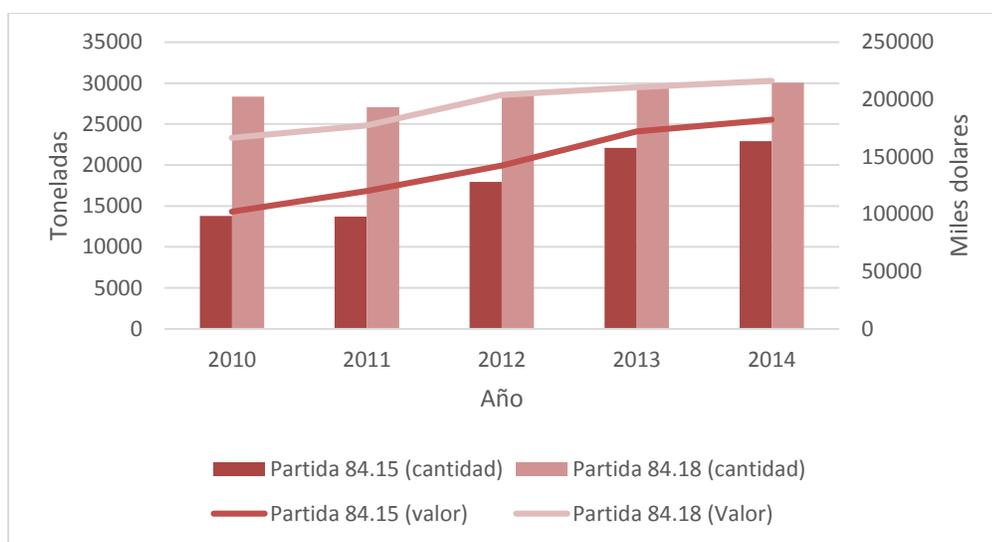
---

<sup>15</sup> [www.trademap.com](http://www.trademap.com)

mayor participación son máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de pared o para ventanas, formando un solo cuerpo o del tipo sistema de elementos separados (*split-system*).

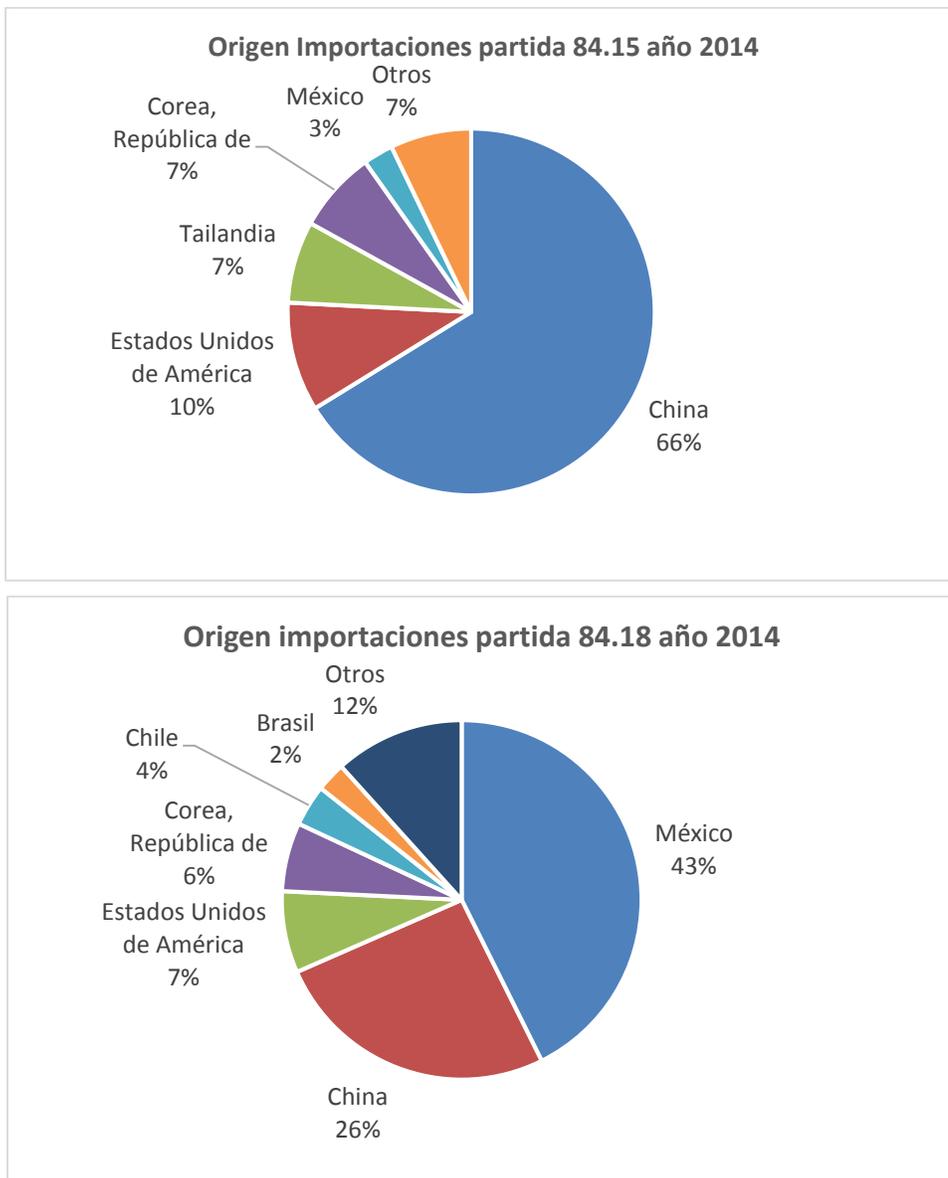
Se presenta un comportamiento similar en la partida 84.18, la cual pasó de importar 28,3 mil toneladas por 166,6 millones de dólares en 2010 a 30 mil toneladas por 216,2 millones de dólares en 2014, lo que significa un incremento del 5,6% en 5 años, siendo el producto de Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas el de mayor participación. Esta dinámica evidencia una demanda creciente a nivel nacional de equipos de acondicionamiento de aire y refrigeración, siendo mayor la demanda de equipos de acondicionamiento de aire que no están directamente relacionados con sistemas de refrigeración para la agricultura.

**Figura 3-2. Importaciones de la partida 84.15 y 84.18**



**Fuente:** Elaborado a partir de Base de Datos Trademap ([www.trademap.com](http://www.trademap.com)). Fecha de consulta octubre 15 de 2015.

En lo relacionado con el origen de las importaciones, en la Figura 3-3 se presenta los principales países proveedores para cada una de las familias de partidas analizadas, China con el 66% de participación en las importaciones del año 2014 de la partida 84.15 es el líder, seguido de Estados Unidos con el 10%. Para los productos de la partida 84.18 es de destacar la alta participación de países de la región como México, Brasil y Chile.

**Figura 3-3. Países de origen de las importaciones de productos de las partidas 84.15 y 84.18**

Fuente: Elaborado a partir de BdD Trademap ([www.trademap](http://www.trademap)). Fecha de consulta octubre 15 de 2015.

El detalle de las importaciones de las partidas arancelarias se presenta en el Anexo C.

## 3.2 Caracterización organizacional que fomente el uso de la cadena de frío

El entorno organizacional internacional para el uso e implementación de cadena de frío o sistemas de refrigeración está principalmente representado por: Alianza Global de Cadena de Frío - GCCA<sup>16</sup>, Asociación de Cadena de Frío - CCA<sup>17</sup> y el Instituto Internacional de Refrigeración - IIR<sup>18</sup>.

- **Asociación de Cadena de Frío – CCA (<http://coolchain.org/>)**

Organización sin ánimo de lucro, fundada en febrero de 2003 con el propósito de desarrollar y unificar los estándares globales de logística para el manejo, transporte y almacenamiento de productos sensibles a la temperatura (PTSP) y perecederos, en beneficio de los consumidores y todos los agentes implicados en la cadena de frío, facilitando la colaboración horizontal y vertical, la educación e innovación entre sus miembros y partes interesadas.

Está conformada por 39 miembros de 17 países, de los cuales el 84,6% son de Europa, el 7,7% de América (con un miembro centroamericano Rex Cargo de Costa Rica y dos norteamericanos), el 5,1% de Asia y el 2,6% de África.

Esta asociación en conjunto con la sociedad de certificación *Germanischer Lloyd –GL*, crearon la norma de Indicadores de Calidad de la Cadena del Frío – CCQI<sup>19</sup>, que describe el sistema de gestión de calidad de una organización que quiera demostrar su capacidad para suministrar de forma continua servicios de cadena del frío de alta calidad.

---

<sup>16</sup> GCCA - *Global Cold Chain Alliance*.

<sup>17</sup> CCA – *Cool Chain Association*.

<sup>18</sup> IIR – *International Institute of Refrigeration*.

<sup>19</sup> CCQI - *Cool Chain Quality Indicator*.

---

La CCA representa los intereses de la cadena de frío relacionados con la industria, aeropuertos, compañías aéreas, operadores logísticos, almacenes y transportistas. El transporte de productos sensibles a la temperatura está ganando importancia en relación gracias a los avances actuales en tecnología de refrigeración, lo que ha producido, entre otros efectos, cambios en los hábitos de consumo, dada la exigencia de los compradores de disponer de mayor variedad de productos en el momento de elegir calidades y productos (ACAIRE, 2008).

- **Alianza Global de Cadena de Frío – GCCA (<http://www.gcca.org/esp/>)**

La Alianza Mundial de Cadena de Frío se ha comprometido a la construcción y fortalecimiento de cadenas de suministros de temperatura controlada alrededor del mundo y se dedica a promover las buenas prácticas y mantener la integridad de los productos perecederos en cada eslabón de la cadena de frío.

Sirve como la voz para la industria de la cadena de frío, representando a 1.300 empresas socias en 65 países, de los cuales el 71,9% son de América (donde Latinoamérica participa con el 7,3%), el 11,8% de Europa, el 8,5% de Oceanía, el 6,6% de Asia y el 1,3% restante de África. Por su parte Colombia participa con 11 miembros correspondiente a 7 empresas: Alfrio S.A. (Bogotá), Colfrigos (Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín), Dinpro S.A.S. (Medellín), Frigorífico Metropolitano Ltda. (Bucaramanga y Cartagena), Frio Frimac S.A. (Floridablanca), Industrias Refridcol S.A. (Valle del Cauca) y Pactia (Medellín).

Para cumplir su misión la alianza con cuatro socios estratégicos, que proporcionan relaciones, recursos y reconocimiento de los miembros participantes:

- a. Asociación Internacional de Bodegas Refrigeradas – IARW<sup>20</sup>, líder en el mundo para la promoción y apoyo a la excelencia y profesionalización en el control de la temperatura de almacenamiento y logística de la industria para aumentar el

---

<sup>20</sup> *International Association of Refrigerated Warehouses (IARW).*

conocimiento, eficacia e imagen de los miembros de la asociación en beneficio de sus clientes y la sociedad.

- b. Organización Mundial de Logística Alimentaria – WFLO<sup>21</sup>, se dedica a la correcta manipulación y almacenamiento de productos perecederos y al desarrollo de sistemas y mejores prácticas que garanticen la seguridad, eficiencia, fiabilidad y circulación de alimentos a nivel mundial. Fortalece la cadena de frío a través de educación, investigación y trabajo desarrollado internacionalmente.
  - c. Asociación Internacional de Transporte Refrigerado – IRTA<sup>22</sup>, apoya las necesidades e intereses de las organizaciones que participan en el sector del transporte de la cadena de frío. Fomenta el buen comercio y las relaciones comerciales entre empresas de transporte, sus proveedores y los clientes. Recopila y proporciona datos e información a los miembros y protege los intereses de sus integrantes contra medidas y prácticas ilegales e injustas.
  - d. Asociación Internacional para la Construcción de Bodegas Refrigeradas – IACSC<sup>23</sup>, apoya las necesidades e intereses de las organizaciones que participan en la construcción de instalaciones de almacenamiento en frío. Brinda espacios de discusión para ideas innovadoras, promueve las normas para las prácticas de almacenamiento en frío para la industria de la construcción, patrocina programas de educación profesional, realiza estudios sobre la solución de los retos de la industria y promueve los intereses de la industria en los ámbitos político, jurídico y normativo.
- **Instituto Internacional de Refrigeración – IIR (<http://www.iifiir.org/>)**

Organización intergubernamental independiente basada en ciencia y tecnología que promueve el conocimiento de las tecnologías de refrigeración y asociados que mejoren la

---

<sup>21</sup> *World Food Logistics Organization (WFLO).*

<sup>22</sup> *International Refrigerated Transportation Association (IRTA)*

<sup>23</sup> *International Association for Cold Storage Construction (IACSC)*

calidad de vida de una manera rentable y sostenible con el medio ambiente, incluyendo: calidad y seguridad alimentaria desde la finca hasta el consumidor, confort en los hogares y edificios comerciales, productos y servicios de salud, tecnología de baja temperatura, eficiencia energética, entre otros. Creado en 1954 bajo un acuerdo internacional.

Está conformado por 58 países, de los cuales el 48,1% pertenecen a Europa, el 27,6% a África, el 20,7% a Asia, el 5,2% a América (donde Latinoamérica participa con el 1,7% correspondiente a Cuba) y el 3,4% restante a Oceanía. Los países miembros participan en las actividades del IIR a través de los miembros de la comisión que seleccionan. Por otra parte, las empresas, laboratorios, universidades, entre otras instituciones pueden convertirse en miembros corporativos o benefactores del IIR.

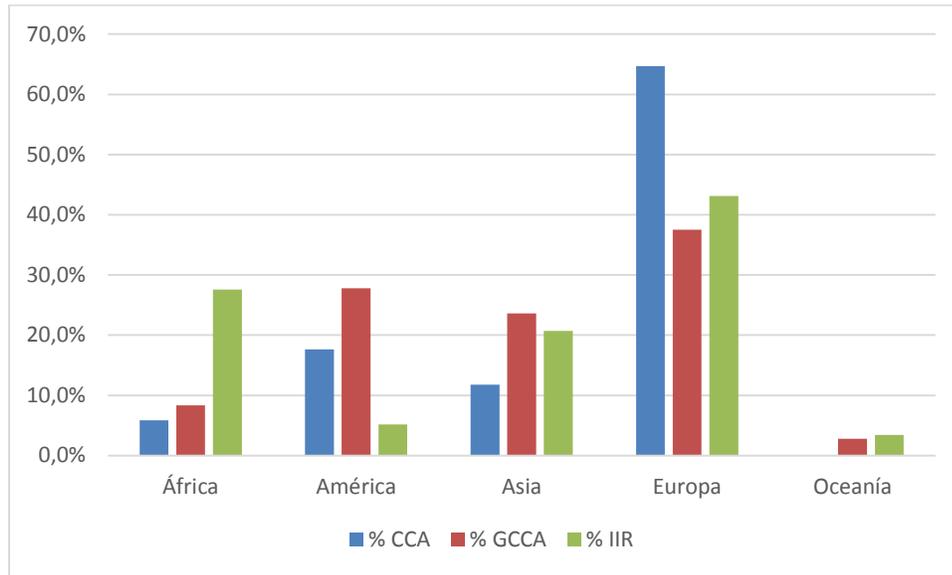
Las actividades desarrolladas por este instituto están agrupadas en cinco secciones: Criogenia y gases licuados, Termodinámica, equipos y sistemas, Biología y Tecnología de los alimentos, Almacenamiento y transporte, Aire acondicionado, bombas de calor, recuperación de energía.

Se realizó comparación del entorno organizacional internacional por continente contando el número de países participantes, variable que se tiene para las tres instituciones mencionadas (ver Tabla 3-7). La Asociación de Cadena de Frío – CCA no tiene países miembros del continente Oceanía. A nivel general se observa que la mayor participación es de Europa para las 3 instituciones, sin embargo en el segundo lugar está el continente americano para la CCA y la GCCA, y el continente africano para el IIR (ver Figura 3-4).

**Tabla 3-7. Comparación entorno institucional internacional por países participantes.**

	<b>CCA</b>	<b>% CCA</b>	<b>GCCA</b>	<b>% GCCA</b>	<b>IIR</b>	<b>% IIR</b>
África	1	5,9%	6	8,3%	16	27,6%
América	3	17,6%	20	27,8%	3	5,2%
Asia	2	11,8%	17	23,6%	12	20,7%
Europa	11	64,7%	27	37,5%	25	43,1%
Oceanía		0,0%	2	2,8%	2	3,4%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100,0%</b>	<b>72</b>	<b>100,0%</b>	<b>58</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 3-4. Comparación porcentual entorno internacional.**

**Fuente: Elaboración propia.**

- **Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración ([www.acaire.org](http://www.acaire.org))**

A nivel nacional, se destaca la Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración – ACAIRE – la cual asocia las personas naturales y jurídicas del gremio. Esta asociación tiene como objeto representar y proteger los intereses profesionales de los miembros. Esta asociación cuenta con 240 integrantes entre empresas (43%), profesionales (35%), y otros integrantes (23%), los cuales están ubicados principalmente en las ciudades de Bogotá (36%), Medellín (13%), Barranquilla (8,3%) y Cali (7,9%).

Dentro de las actividades desarrolladas por la asociación se encuentran la coordinación de sistemas educativos y de entrenamiento para profesionales y técnicos vinculados con el sector; ser órgano certificador de profesionales y técnicos en la materia, promover el desarrollo de tecnología e investigación; asistir al gobierno en temas referentes de regulación, políticas y estándares que impacten el sector; promover el desarrollo de reuniones, conferencia, seminarios, cursos, entre otros, en temas afines al sector, entre otros.

### **3.3 Caracterización de la oferta de conocimiento para la cadena de frío**

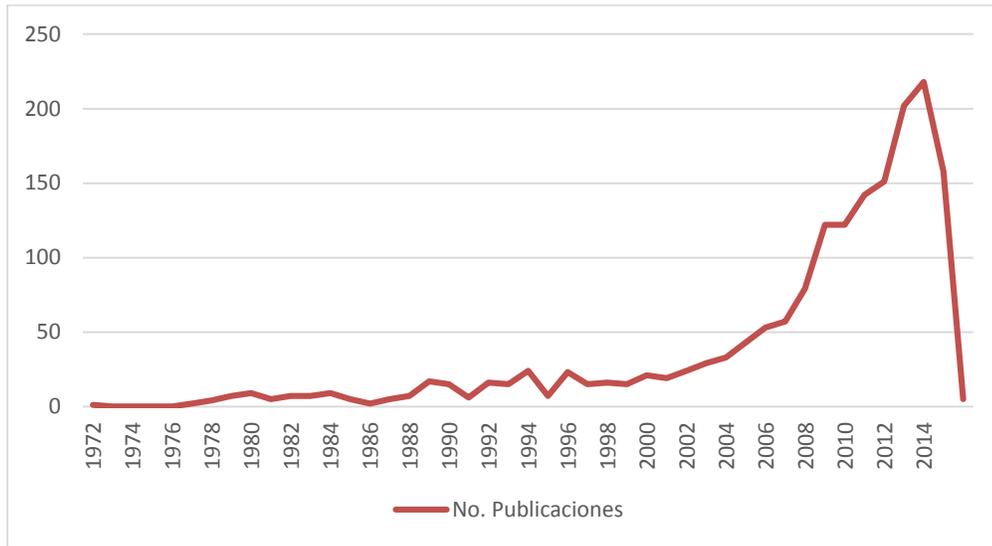
Se realizó una búsqueda tecnológica en la base de datos SCOPUS, la cual contiene resúmenes y referencias bibliográficas de literatura científica revisada por pares, con más de 21.500 títulos de 5.000 editoras internacionales, de las cuales 3.800 son libres, además contiene 90.000 libros y 27 millones de patentes. Esta base permite una visión multidisciplinar de la ciencia e integra todas las fuentes relevantes para la investigación básica, aplicada y la innovación tecnológica a través de patentes, fuentes de internet de contenido científico, revistas científicas de acceso abierto, memorias de congresos y conferencias. Posee amplia variedad de herramientas de medición de la producción científica, que ayudan a evaluar los autores, instituciones, tendencias de investigación y revistas. Con esto, los administradores y autoridades institucionales pueden tomar decisiones basadas en informaciones más completas, relevantes y confiables<sup>24</sup>.

A nivel internacional las publicaciones en relación con cadena de frío han tenido un incremento significativo desde el año 2009, correspondiente al 54,4% respecto a las publicaciones en esta temática durante el 2008 (pasando de 79 a 122). El año 2014 ha sido el pico más alto de publicaciones en el tema (218), superando las 202 publicaciones del año 2013 (ver Figura 3-5).

---

<sup>24</sup> <http://www.scopus.com/>

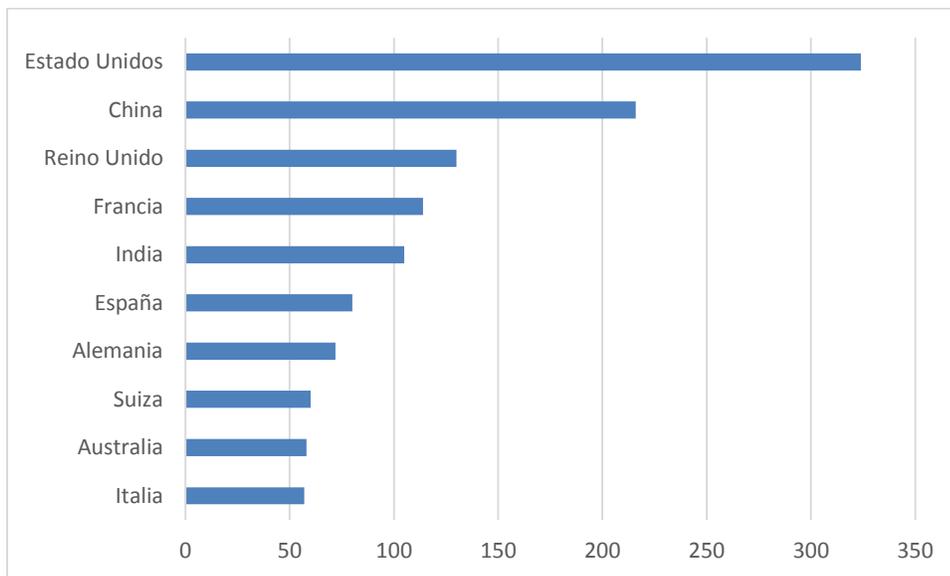
**Figura 3-5. Dinámica de publicaciones internacionales en cadena de frío.**



**Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus.**

Los países con mayor número de publicaciones son Estados Unidos, China y Reino Unido con el 17%, el 11% y 7% de participación en publicaciones respectivamente (ver Figura 3-6). Colombia tiene un registro de 8 publicaciones que corresponde a una participación del 0,4% realizadas durante los años 1999 a 2015 en áreas de medicina, inmunología, microbiología, bioquímica y genética y biología molecular.

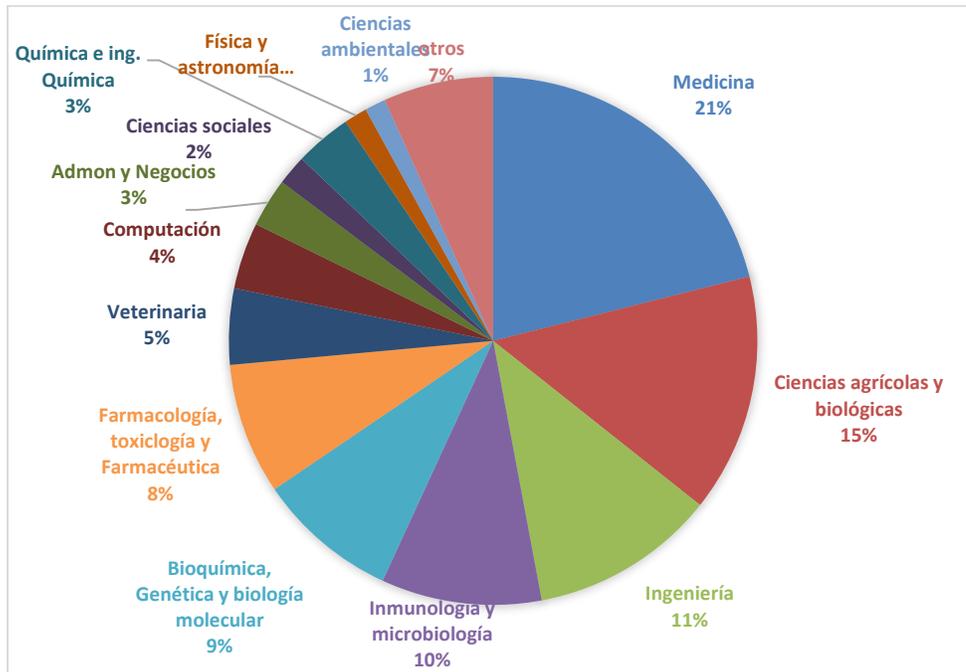
**Figura 3-6. Dinámica de publicaciones por país en cadena de frío.**



**Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus.**

En el análisis por área temática las de mayor número de publicaciones son en Medicina con el 21%, ciencias agrícolas y biológicas con el 15% e Ingeniería con el 11%, como se muestra en la Figura 3-7.

**Figura 3-7. Dinámica de publicaciones por área temática.**



**Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus.**

Limitando el análisis al área temática de ciencias agrícolas y biológicas, obtenemos que la dinámica de publicaciones presenta un comportamiento similar al registrado para todas las publicaciones de cadena de frío (ver Figura 3-8). Los años de mayor número de publicaciones son el 2013 con 58, 2014 con 51 y los registros actuales de 2015 indican 51 publicaciones en el tema. Por otra parte se tienen aceptadas 5 publicaciones para el 2016.

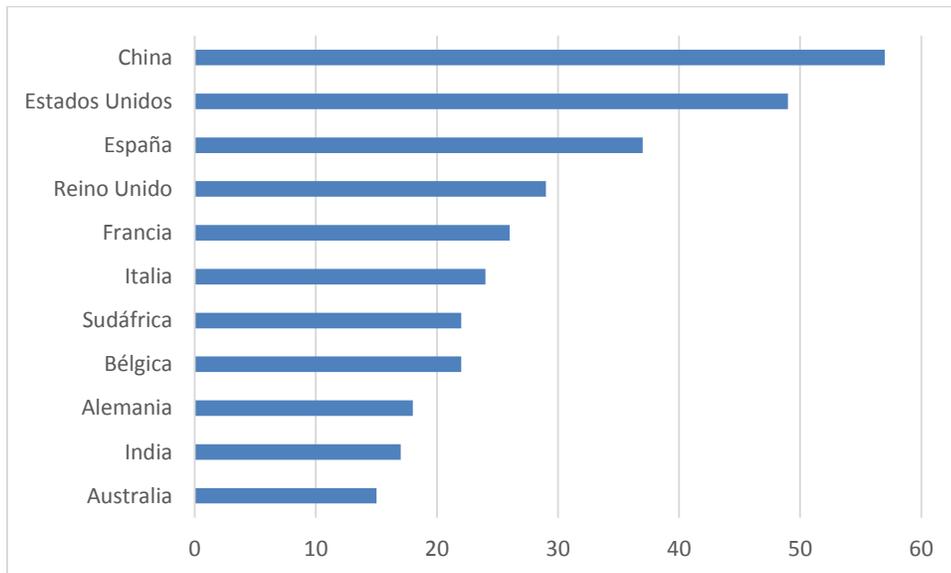
**Figura 3-8. Dinámica de publicaciones en el área de ciencias biológicas y agrícolas.**



**Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus.**

Los países referentes en publicaciones en el área temática de ciencias biológicas y agrícolas son China con el 12%, Estados Unidos con el 10% y España con el 8% (ver Figura 3-9).

**Figura 3-9. Dinámica de publicaciones por país en cadena de frío en el área de ciencias agrícolas y biológicas.**



**Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Scopus.**

Se destaca el protagonismo que toma España en el área temática de ciencias agrícolas y biológicas, ya que en la búsqueda general ocupa el sexto puesto y en esta área el 3 puesto y así como el de Bélgica y Sudáfrica que no aparecían entre los primeros 10 países de publicaciones en la temática de cadena de frío, y en esta área de análisis ocupan el séptimo y octavo puesto respectivamente.

### 3.4 Evaluación económica de las pérdidas de producto frente a la adquisición de los equipos requeridos

Con el objetivo de valorar económicamente la pérdida de producto por el mal manejo y la ausencia de tecnologías de conservación en frío, se realizó un análisis en los costos de producción registrados en el país, los cuales según (MADR, 2015), varían en cada zona productora debido a la adopción de diferentes paquetes tecnológicos, precios de los insumos agrícolas, los rendimientos obtenidos y el tipo de productor (pequeño, mediano o grande). Para el análisis se tomaron los costos de producción por hectárea reportados por varias fuentes, las cuales pueden oscilar entre \$4 millones hasta \$14 millones por hectárea en los años productivos del cultivo con rendimientos entre 4 y 15 toneladas por hectárea. Se estimó la participación en los costos de cada uno de los casos y se calculó la participación promedio en los costos de producción de los principales conceptos como mano de obra e insumos los cuales se presentan en la Tabla 3-8.

**Tabla 3-8. Estructura de costos cultivo de la Mora.**

CONCEPTO	1 AÑO	2 -5 AÑO	TOTAL
<b>A. Mano de Obra</b>	<b>41,5%</b>	<b>35,0%</b>	<b>36,5%</b>
Preparación terreno	4,5%		1,1%
Siembra y sostenimiento	15,0%	8,5%	10,0%
Cosecha	22,0%	26,5%	25,4%
<b>B. Insumos</b>	<b>54,5%</b>	<b>60,5%</b>	<b>59,1%</b>
Semilla	15,0%		3,5%
Fertilizantes	19,5%	40,0%	35,2%
Control plagas y enfermedades	10,0%	20,5%	18,0%
Empaques	0,6%		0,1%
Otros	9,4%		2,2%

CONCEPTO	1 AÑO	2 -5 AÑO	TOTAL
<b>C. Otros costos</b>	<b>4,0%</b>	<b>4,5%</b>	<b>4,4%</b>
Administración			0,0%
Arriendo	4,0%	4,5%	4,4%
Asistencia técnica			0,0%
Intereses			0,0%
Otros			0,0%
<b>TOTAL A+B+C</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (MADR, 2015) y (Gobernación Valle del Cauca, 2012)

De acuerdo a la estructura de costos, los insumos y la mano de obra son los de mayor participación con el 95%. Sin embargo, es de resaltar la baja participación de los temas de empaques (canastillas, recipientes de almacenamiento, entre otros) en esta estructura, con un 0,1% del total de los costos de los 5 años de vida productiva del cultivo, y la asistencia técnica, en la cual en promedio no invierten los pequeños productores. Esta situación se ve reflejada en el momento de la cuantificación de las pérdidas en el cultivo, debido a que se identifica la ausencia de buenas prácticas, acompañamiento especializado y el uso de insumos necesarios para la preservación del producto, haciendo que dichas pérdidas lleguen hasta el 50% de la producción solo en la fase de cosecha y almacenamiento previo a la venta al intermediario.

Para la cuantificación económica de las pérdidas se realizaron los cálculos tomando dos casos de análisis (costos de producción Valle del Cauca y Costos de producción del MADR), y tres escenarios de pérdidas de producto (30%, 40% y 50%); se tomó como base la producción promedio nacional, y la estimación de precio de venta ponderado utilizada por el MADR. La Tabla 3-9 y Tabla 3-10 muestran los resultados de dicho análisis, los cuales se enfocaron en las pérdidas en los 5 años del ciclo productivo en el valor del costo de producción (costo producción x kilo \* producto perdido), y las pérdidas por ingresos no recibidos (margen de ganancia \* producto perdido); donde se observa que las pérdidas para el productor pueden variar desde los \$14 millones en el mejor escenario (pérdida del 30%) hasta \$28 millones (pérdida del 50%), los cuales significan el 32,88% de la inversión inicial en el primer escenario, y el 54,05% en el peor escenario.

**Tabla 3-9. Cuantificación perdida Caso 1. Costos de producción Valle.**

<b>Variable</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Costos totales por hectárea</b>	\$ 53.300.000		
<b>Rendimiento esperado ton/ha</b>	1,5 ton año 1, y 8 toneladas/ ha *año desde el año 2		
<b>Producción bruta 5 años kg</b>	33.500 Kg en 5 años		
<b>Costo por kilo</b>	<b>\$1.591,0</b>		
<b>Precios venta</b>	<b>\$1.720,0</b>		
<b>% Pérdidas cosecha</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>Cuantificación pérdidas por costos</b>	\$ 15.990.000	\$ 21.320.000	\$ 26.650.000
<b>Cuantificación Ingresos no percibidos</b>	\$ 1.296.000,0	\$ 1.728.000,0	\$ 2.160.000,0
<b>Total pérdidas</b>	<b>\$ 17.286.000,0</b>	<b>\$ 23.048.000,0</b>	<b>\$ 28.810.000,0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-10. Cuantificación perdida Caso 2 Costos de producción MADR.**

<b>Variable</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Costos totales por hectárea</b>	\$ 44.925.040		
<b>Rendimiento esperado ton/ha</b>	1,5 ton año 1, y 8 toneladas/ ha *año desde el año 2		
<b>Producción bruta 5 años kg</b>	33.500 Kg en 5 años		
<b>Costo por kilo</b>	<b>\$1.591,0</b>		
<b>Precios venta</b>	<b>\$1.720,0</b>		
<b>% Pérdidas cosecha</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>Cuantificación pérdidas por costos</b>	<b>\$ 13.477.512</b>	<b>\$ 17.970.016</b>	<b>\$ 22.462.520</b>
<b>Cuantificación Ingresos no percibidos</b>	\$ 1.296.000,0	\$ 1.728.000,0	\$ 2.160.000,0
<b>Total pérdidas</b>	<b>\$ 14.773.512,0</b>	<b>\$ 19.698.016,0</b>	<b>\$ 24.622.520,0</b>

Fuente: Elaboración propia

## **4.Propuesta de mejora de productividad y competitividad a partir del uso de la cadena de frío**

En este capítulo se presenta una propuesta de mejora de competitividad basada en el enfoque sistémico definido por (Esser, Hillebrand, Messner, & Meyer-Stamer, 1996) el cual se considera un modelo holístico que combina aportes de diferentes disciplinas para analizar los factores que estimulan o impiden el desarrollo industrial dinámico y puede ser aplicado tanto a países industrializados como en desarrollo (Altenburg, Hillebrand, & Meyer-Stamer, 1998). Se caracteriza y distingue por reconocer que un desarrollo industrial exitoso no se logra únicamente a través de una función de producción en el nivel micro, o de condiciones económicas estables en el nivel macro, sino también por la existencia de medidas del gobierno y organizaciones privadas de desarrollo orientadas a fortalecer la competitividad de las empresas (nivel meso). Además, la capacidad de vincular las políticas meso y macro está en función de un conjunto de estructuras políticas y económicas y de un conjunto de factores socioculturales y patrones básicos de organización (nivel meta) (Esser, Hillebrand, Messner, & Meyer-Stamer, 1996). Aunque este enfoque inicialmente fue concebido para entender la competitividad nacional, posteriormente se consideró útil en agregados sub-nacionales, como economías regionales, locales y clústeres.

Para el desarrollo de esta propuesta se partió del análisis de los capítulos previos y de información secundaria de los estudios de (FAO, 1989), (PROCOLOMBIA, 2014) y (HLPE, 2014), con el fin determinar y agrupar las causas de las pérdidas, en los niveles micro (ver Tabla 4-1), meso (ver Tabla 4-2) y macro (ver Tabla 4-3), que se ocasionan por la ausencia de integración de la cadena de frío con las cadenas productivas agrícolas, especialmente las de productos hortofrutícolas por su carácter perecedero.

Las causas a nivel micro se identificaron por etapa del proceso, recolección y manipulación inicial, transporte y logística, procesamiento y envasado, venta minorista y consumo.

**Tabla 4-1: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío a nivel micro.**

Etapa	Causas de pérdidas a Nivel Micro
Recolección y manipulación inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiples manipulaciones que incrementan daños en frutas y hortalizas.</li> <li>• Recipientes inadecuados que incrementan lesiones mecánicas (entrada de patógenos, pérdida de agua y producción de etileno)</li> <li>• Carencia de almacenamiento refrigerado y/o infraestructura que permita mantener bajas temperaturas en la explotación agrícola.</li> </ul> <p>Almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de infraestructura para almacenamiento inicial.</li> <li>• Falta de infraestructura adecuada (no acceso a almacenes frigoríficos).</li> <li>• Control inadecuado de condiciones (temperatura, condición del aire o humedad relativa).</li> <li>• Uso de productos químicos sin reglamentar para prolongar vida útil.</li> </ul>
Transporte y Logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de vehículos de transporte adecuados.</li> <li>• Gestión logística ineficiente o inapropiada.</li> <li>• Mal embalaje o envase que incrementa daños por compresión.</li> <li>• Cargue y descargue de forma manual ocasionando lesiones mecánicas.</li> </ul>
Procesamiento y envasado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia o inadecuados proceso de tratamiento para aumentar conservación del producto.</li> <li>• Falta de gestión en procesos y normas para velar por la inocuidad y calidad de los alimentos.</li> </ul>
Venta minorista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de embalajes de protección, controles de temperatura y humedad.</li> <li>• Condiciones inadecuadas en los puntos de venta en almacenamiento y exhibición/exposición.</li> <li>• Prácticas de manipulación deficientes.</li> </ul>
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadecuados sistemas de almacenamiento.</li> </ul>

**Fuente: Elaborado a partir de (FAO, 1989), (PROCOLOMBIA, 2014) y (HLPE, 2014).**

A nivel meso se identificaron causas agrupadas en falta de apoyo a los actores para inversiones y buenas prácticas, falta de infraestructura, y falta de criterios y gestión integrada en la cadena.

**Tabla 4-2: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío a nivel meso.**

Componente	Causas de pérdidas a Nivel Meso
Falta de apoyo a los actores para inversiones y buenas prácticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de inversión para la adopción de tecnologías destinadas a la reducción de las pérdidas.</li> <li>• Falta de acceso a crédito rural.</li> <li>• Ausencia de buenas prácticas en las distintas fases de la cadena, a causa de falta de formación y capacitación del personal</li> </ul>

Componente	Causas de pérdidas a Nivel Meso
	involucrado y falta de organización colectiva y coordinación a lo largo de la cadena. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología para el pequeño productor.</li> </ul>
Falta de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No desarrollo de infraestructura de cámaras frigoríficas, cadena de transporte en frío y técnicas de procesamiento y preservación.</li> <li>• Falta de capacidad y malas condiciones de almacenaje.</li> <li>• Carencia de capacidad para transportar el producto a instalaciones de mercado o procesamiento después de la cosecha.</li> <li>• Infraestructura de cadena de frío inexistente, ineficiente, inadecuada o inaccesible, para garantizar condiciones de baja temperatura del producto desde producción hasta venta.</li> </ul>
Falta de criterios y gestión integrada en la cadena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes distancias entre lugares de producción y comercialización.</li> <li>• Falta de coordinación entre los actores de la cadena.</li> <li>• Ineficiencias en la cadena por falta de vínculos horizontales y verticales.</li> <li>• Falta de una comunicación, infraestructuras y un flujo de datos eficaces también plantea riesgos de índole logística y desajustes de oferta y demanda.</li> </ul>

Fuente: Elaborado a partir de (FAO, 1989) y (HLPE, 2014).

A nivel macro se identificaron causas en los componentes de efectos de las políticas, normas y reglamentos, infraestructura, inversiones y asociatividad.

**Tabla 4-3: Causas de pérdidas de producto por falta de cadena de frío bajo un enfoque sistémico nivel micro, meso y macro.**

Componente	Causas de pérdidas a Nivel Macro
Efectos de las políticas, normas y reglamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas y reglamentos de inocuidad alimentaria</li> <li>• Mala aplicación de HACCP y diseño de PCC.</li> <li>• Incidentes internacionales a causa de alimentos contaminados.</li> <li>• Falta de coordinación de políticas a nivel regional.</li> <li>• Inadecuada planeación del desarrollo agrícola.</li> <li>• Incorrecta adaptación del desarrollo de las infraestructuras.</li> </ul>
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número insuficiente de instalaciones de refrigeración en sitios cercanos a la producción.</li> <li>• Falta de infraestructura o de sistemas de envasado, transporte, logística y comercialización.</li> <li>• Discrepancias entre las tecnologías promovidas en el plano nacional y las capacidades y condiciones reales, incluidas la logística y el transporte.</li> <li>• Estado vial deficiente.</li> </ul>
Inversiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitaciones financieras, organizativas y técnicas de los sistemas productivos.</li> <li>• Falta de inversiones, políticas e instituciones, o de un marco normativo o reglamentario para facilitar la coordinación de los actores, sus inversiones y la adopción de buenas prácticas.</li> </ul>
Asociatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de coordinación entre las distintas partes de la cadena de suministro y con el comportamiento de los consumidores.</li> </ul>

Componente	Causas de pérdidas a Nivel Macro
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultades de los pequeños agricultores para cumplir las diversas normas privadas impuestas por los supermercados y los grandes comerciantes.</li> </ul>

Fuente: Elaborado a partir de (FAO, 1989) y (HLPE, 2014).

A partir de las causas identificadas y condensadas en la tabla anterior, se plantean posibles soluciones para cada uno de los niveles de análisis (micro, meso y macro) que fueron agrupadas en cuatro componentes: buenas prácticas (ver Tabla 4-4), infraestructura (ver Tabla 4-5), asociatividad (ver Tabla 4-6), y políticas (ver Tabla 4-7), que permiten ver un panorama holístico para su implementación, ya que se requieren inversiones locales y gubernamentales para la mejora de la producción e implementación de prácticas de manejo adecuadas, siendo fundamentales los servicios de extensión, las capacidades humanas, de infraestructura e investigación. Estas soluciones fueron adaptadas de los estudios desarrollados por (FAO, 1989), (PROCOLOMBIA, 2014) y (HLPE, 2014).

**Tabla 4-4. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de buenas prácticas bajo un enfoque sistémico (micro, meso y macro).**

Nivel	Componente Buenas Prácticas
Nivel Micro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar BPA y BPH para garantizar la calidad e inocuidad del producto.</li> <li>• Implementar BPH uso de medidas sanitarias apropiadas para impedir/reducir la contaminación microbiana.</li> </ul>
Nivel Meso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar servicios de capacitación y extensión para los agricultores y demás los actores de la cadena.</li> <li>• Mejorar la capacidad en embalaje, análisis de riesgos y PCC, calidad e inocuidad, BP, selección, clasificación, transporte, trazabilidad y almacenaje.</li> <li>• Fomentar el intercambio de competencias, BP e innovaciones a través de redes de actores existentes.</li> </ul>
Nivel Macro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar la creación de capacidad en la cadena de frío.</li> <li>• Fomentar iniciativas de adopción de BPA, BPH, BPT y BPD.</li> <li>• Promover cumplimiento de normas de calidad especialmente de productos perecederos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-5. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de infraestructura bajo un enfoque sistémico (micro, meso y macro).**

Nivel	Componente Infraestructura
Nivel Micro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar equipos de cadena de frío para conservar la calidad del producto.</li> <li>• Adaptar soluciones de transporte, embalaje y almacenaje de acuerdo al producto y necesidades locales.</li> <li>• Usar embalajes y empaques apropiados.</li> </ul>

Nivel	Componente Infraestructura
Nivel Meso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar mecanismos de financiación y crédito para el pequeño productor.</li> <li>• Fortalecer inversiones colectivas privadas y públicas.</li> <li>• Construir infraestructura de almacenamiento adecuada.</li> <li>• Invertir en innovaciones adaptadas de la cadena de frío.</li> <li>• Desarrollar estrategias de inversión en desarrollo de cadenas de frío para su gestión eficaz (refrigeración previa, almacenamiento frigorífico, transporte refrigerado y exhibición refrigerada durante la comercialización).</li> </ul>
Nivel Macro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar mecanismos para el acceso a créditos por parte del pequeño productor.</li> <li>• Aumentar la inversión del sector privado en actividades posteriores a la cosecha.</li> <li>• Promover sistemas de transporte eficientes y equitativos en zonas de producción</li> <li>• Facilitar el acceso a créditos y fuentes de financiación para pequeños productores y demás actores de la cadena con el fin de implementar sistemas de frío.</li> <li>• Mejorar infraestructura vial, energética, de mercados con énfasis en zonas rurales.</li> <li>• Crear cadenas de frío nacionales.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 4-6. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de asociatividad bajo un enfoque sistémico niveles meso y macro.**

Nivel	Componente Asociatividad
Nivel Meso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar los actores involucrados en la cadena.</li> <li>• Adoptar el concepto de cadena productiva en todos los actores, para generar y fortalecer vínculos con los actores.</li> <li>• Promover enfoques basados en la responsabilidad social empresarial.</li> <li>• Implementar esquemas de capacitación al pequeño productor que permitan la transferencia de tecnología y fomentar el uso de los servicios de asistencia técnica.</li> </ul>
Nivel Macro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunir, promover y sensibilizar en los actores la implementación de medidas de cadena de frío que permitan reducir las pérdidas a lo largo de la cadena.</li> <li>• Promover mecanismos de capacitación a asistentes técnicos en manipulación poscosecha relacionado con la cadena de frío y facilitar su acceso a pequeños productores.</li> <li>• Garantizar por parte del estado el apoyo a la asistencia técnica por el pequeño productor.</li> <li>• Organizar redes y asociaciones que obtengan beneficios mutuos a partir de la implementación de cadena de frío.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 4-7. Soluciones a las pérdidas por falta de cadena de frío en el componente de políticas bajo un enfoque sistémico nivel macro.**

Nivel	Componente Políticas
Nivel Macro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear y fomentar políticas y mecanismos de promoción y sensibilización para la adopción y aplicación de sistemas de cadena de frío para la conservación de los productos.</li> <li>• Diseñar y aplicar reglamentos y procedimientos de inocuidad alimentaria.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo a las soluciones identificadas para mejorar la productividad y competitividad de las cadenas productivas agrícolas a partir de la integración con la cadena de frío con el fin de reducir pérdidas de productos y prolongar su vida útil, para Colombia se debe promover la implementación de las siguientes estrategias a nivel meta, macro, meso y micro:

#### ***Nivel meta***

Definir una estrategia nacional de implementación de cadena de frío para productos agrícolas de carácter perecedero, que articule políticas internacionales, nacionales, priorización de productos, análisis de necesidades y puntos de control, e involucre los factores socioeconómicos y de organización (alianzas, asociaciones, acuerdos comerciales, entre otros) de los actores involucrados en la cadena productiva.

#### ***Nivel macro***

Desarrollar a nivel gubernamental mecanismos, políticas e incentivos que promuevan y fomenten el uso de cadena de frío en productos perecederos, que debe enmarcarse en el esquema internacional de seguridad alimentaria donde la reducción de pérdidas de alimentos es el principal enfoque.

Casos exitosos de este enfoque son el del Gobierno de la India con la creación en 2012 del Centro Nacional para el Desarrollo de Cadenas de Frío (ver Tabla 4-8) y el del Gobierno de Túnez en el que *“el desarrollo de la cadena de frío forma parte de la estrategia para la seguridad alimentaria, junto con la mejora de los controles y la armonización de las normas de inocuidad y calidad de los alimentos con la normativa internacional, con el respaldo del plan nacional sobre el frío”* (HLPE, 2014), ha posibilitado el incremento de la capacidad de

transporte refrigerado en un 65% (3.000 vehículos refrigerados y 1.500 vehículos isotérmicos). De esta capacidad el 70% se dedica a frutas y hortalizas para exportación (FAO & IIF, 2014) citado por (HLPE, 2014).

**Tabla 4-8. Caso exitoso de la India para fomento de cadenas de frío.**

Entidad	Características y objetivos
Centro Nacional para el Desarrollo de Cadenas de Frío (CNDCF)	Organismo autónomo para promover y desarrollar en el país cadenas de frío integradas para los productos perecederos de la agricultura y la horticultura. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendar intervenciones de política.</li> <li>• Empezar iniciativas de creación de capacidad y desarrollo de las aptitudes.</li> <li>• Recomendar normas y certificaciones.</li> <li>• Guiar y orientar la industria de las cadenas de frío.</li> </ul>
Junta Hortícola Nacional	Sociedad autónoma dependiente del Departamento de Agricultura y Cooperación del Ministerio de Agricultura. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular normas técnicas para proyectos de cadena de frío.</li> <li>• Ofrecer incentivos financieros a los nuevos proyectos y a la ampliación de las unidades existentes (esquemas de tecnologías modernas y eficientes que respeten normas técnicas establecidas).</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de <http://www.nccd.gov.in/> y (HLPE, 2014).

Estos mecanismos deben permitir dar solución a los obstáculos identificados por los empresarios de acuerdo al estudio realizado por (PROCOLOMBIA, 2014), donde el 48% resaltó las necesidades de infraestructura, el 22% tener mejor capacidad de transporte refrigerado, el 13% incorporación de tecnología a las operaciones logísticas, y el 10% fortalecimiento de los programas de capacitación especializados.

### ***Nivel Meso***

Generar esquemas de asociatividad entre el sector público y privado promoviendo es esquema de cadena productiva de mejoramiento continuo, que permitan visualizar la importancia de la integración vertical y horizontal entre los actores y la necesidad de coordinar sus actividades y equipamiento de frío garantizando su continuidad.

Estos esquemas de asociatividad deben estar encaminados en:

- Integración con servicios de transporte terrestre, centros de distribución y almacenamiento refrigerado, bajo esquemas de buenas prácticas con el fin de implementar cadena de frío.

- 
- Adaptación de tecnologías de refrigeración para pequeño productor, con lo cual es necesario fortalecer programas de formación e investigación en mecanización en cosecha y poscosecha de productos perecederos teniendo en cuenta características sociales, económicas y culturales del pequeño productor, que permita reducir las pérdidas.
  - Garantizar el apoyo gubernamental, a través de la Ley 670 de 2000 en la cual se reglamenta la asistencia técnica, para la promoción y capacitación de asistentes técnicos en tecnología de cadena de frío para que se transfiera a los pequeños productores del país.
  - Sensibilizar a los actores de la cadena, especialmente productores, acopiadores y comercializadores en el correcto manejo de la cadena de frío integral desde la recolección hasta comercialización y consumo.
  - Mejorar la implementación y ejecución de esquemas normativos y reglamentarios sobre inocuidad en alimentos y prácticas sanitarias.
  - Desarrollo de programas para servicios logísticos a nivel técnico o universitario especializados en cadena de frío.
  - Asociatividad generando redes de actores que permitan mejorar proceso de transferencia de conocimiento y tecnología aumentando niveles de confianza entre ellos, incrementando la productividad de los sistemas.
  - Esquema de apoyo a asociaciones de productores para construcción de bodegas de almacenamiento refrigerado así como encaminar acciones de emprendimiento e innovación para mejorar sus procesos de negociación y comercialización.
  - A través de asociaciones generar economías de escala para la adquisición de insumos y servicios requeridos en la integración con la cadena de frío (equipos, capacitación y acompañamiento).
  - Fomentar semilleros de investigación en ingeniería, diseño industrial y agroindustrial para el desarrollo de prototipos para pequeño productor, que sean ergonómicos y puedan desarrollar las labores de modo más eficiente. También es importante que estos equipos fomenten el uso de energías renovables y eficientes, como el desarrollo de sistemas de refrigeración a partir de sistemas solares.

- Es imperioso el acompañamiento de empresas de emprendimiento con trayectoria de modo que los equipos desarrollados realmente sean adoptados en el ámbito productivo.

### **Nivel Micro**

- Concientización de productores en la necesidad del uso de cadena de frío para la reducción de pérdidas de producto, enseñando a cuantificar pérdidas a nivel monetario.
- Apropiación de las tecnologías de frío adaptadas al contexto local y del producto para la prolongación de su vida útil, en todos los eslabones de la cadena productiva.
- Implementación de BPA en el proceso de productivo, BPH y BPT a lo largo de la cadena para garantizar inocuidad y calidad de los productos.
- Apropiación de actividades de registro, seguimiento y control de la producción.

En el nivel micro se plantea la adopción de tecnologías adaptadas al pequeño productor, para iniciar esquemas de cadena de frío a partir del paquete tecnológico definido en la Tabla 4-9, que con una inversión de 452.000 puede disminuir pérdida de producto en la fase de recolección y acopio aumentando los costos de producción totales (pasando de 0,1% a 1,0%) con la implementación del paquete tecnológico (ver Tabla 4-9).

**Tabla 4-9. Paquete tecnológico para el pequeño productor.**

Concepto	Precio unitario	Cantidad	Total
<b>Termocontenedor de 100 litros</b> 	\$30.000,00	3	\$90.000,00
<b>Sustituto de hielo bolsa 20,3 x 3,81 x 1,78</b> 	\$9.500,00	18	\$171.000,00
<b>Manta flexible de hielo</b> 	\$23.900,00	8	\$191.200,00
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>\$452.200,00</b>		

Fuente: elaboración propia.

Los costos presentados de este paquete tecnológico parte de cotizaciones a precios minoristas obtenidas de Thermopor Ltda., Icoformas y Rubbermaid Colombia., dando un valor a precio minorista, que con esquemas de asociatividad se podrían reducir al generar economías de escala con mayores volúmenes de productos.

**Tabla 4-10. Costos de producción con la implementación del paquete tecnológico.**

CONCEPTO	1 AÑO	2-5 AÑO	TOTAL
<b>Mano de Obra</b>	<b>40,0%</b>	<b>35,0%</b>	<b>36,2%</b>
Preparación terreno	4,3%		1,0%
Siembra y sostenimiento	14,5%	8,5%	9,9%
Cosecha	21,2%	26,5%	25,2%
<b>Insumos</b>	<b>56,2%</b>	<b>60,5%</b>	<b>59,5%</b>
Semilla	14,5%		3,5%
Fertilizantes	18,8%	40,0%	34,9%
Control plagas y enfermedades	9,6%	20,5%	17,9%
Empaques	4,2%		1,0%
Otros	9,1%		2,2%
<b>Otros costos</b>	<b>3,9%</b>	<b>4,5%</b>	<b>4,3%</b>
Administración	0,0%		0,0%

CONCEPTO	1 AÑO	2-5 AÑO	TOTAL
Arriendo	3,9%	4,5%	4,3%
Asistencia técnica	0,0%		0,0%
Intereses	0,0%		0,0%
Otros	0,0%		0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con la inversión del 1% en costos totales de producción durante el ciclo productivo de la mora de castilla, más adopción de buenas prácticas se puede tener una reducción de las pérdidas del 20% en un escenario conservador y del 30% en un escenario optimista, como se observa en la Tabla 4-11.

**Tabla 4-11. Mejora con la adopción del paquete tecnológico.**

Concepto	Caso 1 (Valle)		Caso 2 (MADR)	
Costo producción por hectárea	\$53.300.000,00		\$44.925.040	
Inversión	\$452.200,00			
Incremento costos de producción	0,85%		1,01%	
Escenario	Conservador	Optimista	Conservador	Optimista
Reducción pérdidas	20%	30%	20%	30%
Mejora en Costos	\$10.660.000	\$15.990.000	\$8.985.008	\$13.477.512
Mejora en Ganancias	\$864.000	\$1.296.000	\$2.538.992	\$3.808.488
<b>Total mejora</b>	<b>\$11.524.000</b>	<b>\$17.286.000</b>	<b>\$11.524.000</b>	<b>\$17.286.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior esto significa una mejora para el productor de \$11.524.000 en el escenario conservador y de \$17.286.000 en el escenario optimista. Sin embargo para poder lograr esta implementación es necesaria la asistencia técnica al pequeño productor indicando los beneficios de adoptar paquetes tecnológicos de cadena de frío que reduzcan las pérdidas de producto.

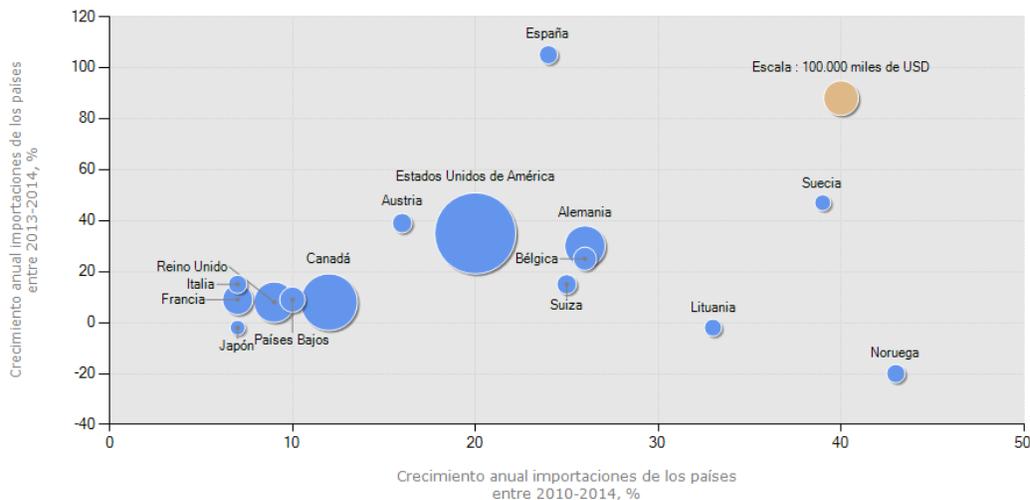
Este paquete se elaboró para el sistema productivo de mora de castilla, no se realizó valoración para el sistema productivo de papa criolla debido a que es necesario desarrollar una investigación previa que cuantifique realmente las pérdidas de este producto en las etapas productivas, las cuales para el caso de la mora se establecieron en la investigación de (Flórez M., 2012).

Según cifras del Ministerio de Agricultura durante el 2015 se han exportado 45,05 toneladas de mora bajo la partida arancelaria 081020, que corresponde al 0,04% de la producción nacional. Con la implementación de la cadena de frío se estima que se puede alcanzar niveles de exportación del 1% aproximadamente 1.000 toneladas de producto.

Con el uso de la base de datos trademap, se analizó el crecimiento de las importaciones a nivel mundial con el fin de identificar los mercados potenciales de exportación, que compara el crecimiento anual de las importaciones para el periodo 2010-2014, con el crecimiento anual de importaciones durante 2013-2014 (ver Figura 4-1). El tamaño de la burbuja es proporcional al valor importado por el país en el 2014. A partir de esta gráfica se identifican como mercados potenciales Estados Unidos, España, Alemania, Bélgica, Suiza y Suecia, países que han tenido crecimiento en las importaciones.

Los mercados de mayor tamaño con Estados Unidos y Alemania con 584 y 138 millones de dólares respectivamente. También se destaca el crecimiento porcentual de España y Suecia, mercado de menor tamaño pero con crecimiento significativo. España tuvo un crecimiento anual del 24% de 2010 a 2014 y del 105% de 2013 a 2014, mientras que Suecia del 39% de 2010 a 2014 y del 47% de 2013 a 2014.

**Figura 4-1. Crecimiento de las importaciones de los países. Producto: 0810120.**



Fuente: Elaborado a partir de BdD Trademap ([www.trademap.com](http://www.trademap.com)). Fecha de consulta octubre 15 de 2015.

Los mercados de Estados Unidos, España, Alemania, Bélgica, Suiza y Suecia reflejan una demanda creciente que puede llegar a ser atendida por la producción nacional de Colombia a partir de la implementación de la cadena de frío.



## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

El esquema de cadena productiva es un enfoque ideal para establecer las relaciones entre los actores que participan en todo el proceso productivo desde los proveedores de insumos hasta la comercialización. Es importante que este análisis se realice por tipo de producto ya que no todos tienen los mismos esquemas de funcionamiento.

La integración de la cadena productiva con cadena de frío es una tendencia a nivel mundial que se ha implementado por la necesidad de reducir las pérdidas de producto, debido al enfoque seguridad alimentaria y reducción del impacto ambiental de sistemas alimentarios promovido por la FAO, debido a la evidencia de que casi una tercera parte de los alimentos producidos para el consumo humano correspondiente a 1.300 millones de toneladas anuales, se pierden o desperdician a escala mundial (HLPE, 2014).

Es necesario especificar la aplicabilidad de la cadena de frío acorde con características específicas de la cadena productiva y del producto a estudiar, así como del mercado objetivo que se persigue (mercado nacional o de exportación), para lo cual se requiere un análisis detallado del comportamiento bajo la cadena para determinar las características óptimas de funcionamiento de los equipos de refrigeración, lo cual implica que es necesario evaluar la disponibilidad a nivel local y las necesidades de transferencia tecnológica de un paquete en términos de equipo, capacidades y proceso.

Una de las hipótesis de la investigación es *la inadecuada implementación de cadena de frío en cadenas productivas hortofrutícolas impacta negativamente sobre los indicadores de productividad y competitividad*, con lo cual se evidenció a nivel nacional una baja infraestructura para cadena de frío, que principalmente está enfocado en los productos de

---

vacunas, y productos altamente perecederos como leche y cárnicos. No se encontraron empresas enfocadas en sistemas de frío para soluciones agrícolas especialmente en el campo hortofrutícola.

Otra de las hipótesis planteadas hacía referencia a la ausencia de tecnologías de cadena de frío, proveedores y equipamiento en el país, la cual, de acuerdo a lo presentado en el diagnóstico queda refutada al identificarse una serie de empresas y productos que pueden aunque no han sido específicamente definidos atender las necesidades en los puntos de integración de la cadena de frío y la cadena productiva en el sector hortofrutícola, así mismo se identificó una serie de operadores logísticos que han incrementado su capacidad en los últimos años para el transporte, almacenamiento y distribución de alimentos en condiciones refrigeradas.

A partir de la investigación desarrollada se generó una propuesta de un sistema para refrigeración en campo, que bajo un escenario conservador puede reducir las pérdidas de producto en un 20% y del 30% en un escenario optimista con una inversión del 1% en costos totales de producción durante el ciclo productivo de la mora de castilla (5 años). Esta solución debe ir acompañada de la implementación de buenas prácticas agrícolas en el proceso productivo y buenas prácticas de higiene, manipulación y transporte durante las etapas de la cadena productiva.

La integración de la cadena de frío con las cadenas productivas requiere de un fuerte entorno de asociatividad e mecanismos gubernamentales de inversión en infraestructura (vial, instalaciones de almacenamiento y refrigeración, transporte) y promoción en conjunto con entidades de investigación y transferencia de tecnología el desarrollo y adaptación de tecnologías de frío de acuerdo a las características socioeconómicas de cada uno de los actores involucrados. Lo anterior para mejorar la conexión entre productores consumidores y mercado.

El cambio en las dinámicas de consumo a nivel mundial en el cual se ha dinamizado el comercio de frutas y hortalizas, hace que los consumidores busquen productos sanos, inocuos, ricos en vitaminas, proteínas y fibra (CCB-Camará de Comercio de Bogotá, 2006). Lo que implica que desarrollen e implementen medidas tecnológicas y no

tecnológicas en los entornos productivos nacionales para tener una posición competitiva en el mercado.

Es importante que a nivel país, a través de las iniciativas de PROCOLOMBIA en estudios de logística de productos perecederos, se posibilite el Desarrollo de Planes Nacionales de Cadena de Frío como los casos exitosos de países como India y Túnez vistos en el cuarto capítulo. A través de la implementación de proyectos piloto para productos perecederos agrícolas y se puedan ir evidenciando resultados en competitividad del producto que puedan ser aplicables en el sector hortofrutícola colombiano.

Los planes que se desarrollen a nivel nacional deberán ser procesos inclusivos que involucren todos los actores analizando para cada producto los puntos críticos de control, la causas de pérdidas y establecimiento de soluciones de frío de carácter tecnológico y no tecnológico, y los actores encargados de su desarrollo y adaptación de acuerdo al entorno productivo colombiano, reduciendo las pérdidas de producto incrementando sus competitividad.

Como resultado de este proyecto de investigación, se recomienda realizar un enfoque de pérdidas para otros cultivos de interés e importancia comercial a nivel exergético de acuerdo a la metodología desarrollada por (Flórez M., 2012) con el fin de establecer paquetes tecnológicos de la cadena de frío a partir de las necesidades de cada producto.

## **5.2 Recomendaciones**

Este trabajo fortalece y mejora la competitividad de la mora de castilla y de la papa criolla a partir de la reducción del nivel de pérdidas de producto en las etapas productivas, debido a la implementación de la cadena de frío que reduce las pérdidas de producto a nivel microbiológico y de inadecuada manipulación.

Para fortalecer la competitividad a nivel de mercados internacionales es necesario para la mora de catilla desarrollar proyectos de investigación agrícola, especialmente en el manejo agronómico del cultivo, encaminados a garantizar la inocuidad del producto, siendo un

enfoque trabajar en estudios de fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades que permitan la disminución en la aplicación de fertilizantes químicos.

Se recomienda desarrollar investigaciones futuras en análisis logístico de la integración de la cadena de frío con la cadena productiva optimizando el flujo de productos y los procesos involucrados generando ventajas competitivas logísticas en los productos disminuyendo los tiempos desde acopio o almacenamiento inicial hasta comercialización, prolongando la vida útil, garantizando la trazabilidad del producto y el control y monitoreo de a temperatura y humedad relativa, considerados puntos críticos de control dentro de la cadena de frío.

La implementación de la cadena de frío implica un proceso fuerte de capacitación al pequeño productor, en el cual haya un acompañamiento de los asistentes técnicos en la adopción y transferencia de conocimiento y tecnología, enseñándole a valorar lo que está perdiendo a nivel económico y los beneficios reales que podría recibir con la implementación de tecnologías de cadena de frío.

Se recomienda buscar alianzas con la FAO y otras organizaciones internacionales que promueven la implementación de cadena de frío sostenible, para facilitar este proceso a nivel nacional a través de la transferencia de prácticas exitosas internacionales y posibilitar acceso a mercados no atendidos.

## A. Anexo: Recolección de información en el Municipio de San Bernardo Cundinamarca

Se realizó visita al municipio de San Bernardo en el mes de junio de 2012, el cual se encuentra ubicado en al Sur - oriente del Departamento de Cundinamarca en la Provincia del Sumapaz, a 99 km de Bogotá. Dadas las características bioclimáticas y físico bióticas de san Bernardo encontramos que su importancia a escala regional se centraliza en la producción agrícola, en el manejo del agua y específicamente su oferta hídrica, constituyéndose en una fuente importante de agua para la región. Este municipio se caracteriza ser despensa agrícola en su región debido a la gran fertilidad de sus tierras y variedad de climas. Se reconoce especialmente por la producción de mora, reconocida por su excelente calidad<sup>25</sup>.

Las vías de acceso a las fincas se encuentran en condiciones desfavorables como se muestra en la siguiente fotografía, con lo cual el acceso debe ser con camionetas aptas para vías no pavimentadas.



---

<sup>25</sup> Alcaldía de San Bernardo – Cundinamarca "Unidos por la Prosperidad de San Bernardo". [http://www.sanbernardo-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.sanbernardo-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)

El acceso se dificulta en condiciones de invierno en las que las camionetas quedan atrapadas en las vías.

Recolección en recipientes tradicionales sin realizar clasificación por tamaño y estado de madurez del producto. Estos recipientes son bastante profundos que ocasionan pérdidas mecánicas.



Posterior a la recolección se traslada el producto a canastillas plásticas, en las que el transportador recoge el producto y lo lleva a acopio en el municipio para posterior transporte al Corabastos para el mercado local. Es esta etapa solo se retiran hojas u otro tipo de elementos que hayan caído en el recipiente durante la recolección del producto.



Las canastillas son limpias y lavadas con agua en algunos casos pero no se garantiza la no existencia de patógenos que puedan ocasionar pérdidas de producto. Las canastillas vacías y con producto siempre están ubicadas en la zona de acopio del productor.



Almacenamiento en finca bajo condiciones inadecuadas, debido a que posibilitan los danos de carácter mecánico y microbiológico y el acceso a patógenos.



Zonas de acopio sin sistemas de refrigeración elaborados con lonas y tejas de zinc que incrementan la temperatura al interior, adicionalmente las condiciones no garantizan la inocuidad del producto.



Instrumentos para el manejo integrado del cultivo.



El Transporte de fincas al lugar de acopio de la asociación se desarrolla en este tipo de vehículos, en los cuales no hay ninguna protección para el transporte de la mora.



La balanza para pesar la cantidad de producto se lleva al interior de la camioneta sujeta a las vibraciones del camino y no se emplean mecanismos de calibración sobre la misma después de haber sido sometida a esas condiciones.



La mora se transporte si refrigeración y sin protegerla de la temperatura ambiente.



Se lleva al acopio en el municipio de San Bernardo y después al otro día es transporta a Corabastos para mercadeo.



## B. Anexo: Valoración del Impacto y pertinencia de los modelos de frío

La información presentada en este anexo se obtuvo de (Flórez M., 2012). La siguiente tabla muestra la valoración en términos de la pertinencia e impacto frente a las variables de rango de temperatura, rango de humedad y tiempo de vida útil del producto. Se emplea una escala de 1 a 5, donde 1 es no pertinente, 2 es indiferente, 3 es aceptable, 4 es pertinente y 5 óptimo.

### Valoración de impacto y pertinencia de los modelos de Cadena de Frío frente a la Cadena Productiva de la mora de castilla.

MODELO	RANGO DE TEMPERATURA	RANGO DE HUMEDAD	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO	PERTINENCIA
Modelo de trazabilidad por unidades productivas	Acorde con las necesidades del producto, se requiere tiempos de traslado entre almacenamiento y transporte y viceversa mínimos.	Toma como base la metodología HACCP, el control de humedad se contempla como secundaria e implementación de accesorios.	Desde productor a cliente final. No se especifica tiempo.	3
Trazabilidad de la cadena de frío por sistemas de identificación de radio frecuencia (marcos estructurados).	Acorde con las necesidades, monitoreo en tiempo real acorde con la tecnología de CF implementada	Acorde con las necesidades monitoreo en tiempo real acorde con la tecnología de CF implementada	Desde productor a cliente final. No se especifica tiempo.  Puede ser implementado solo para almacenamiento o solo para transporte	3
Modelo Sistema de Seguridad para la cadena de frío	Acorde con las necesidades y tecnología implementada	Acorde con las necesidades y la tecnología implementada	Contempla el manejo de HACCP para temperatura, tiempo y tolerancia de almacenamiento.	4

MODELO	RANGO DE TEMPERATURA	RANGO DE HUMEDAD	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO	PERTINENCIA
			Se asume que se cuenta con transporte refrigerado.	
Modelo de integración del consumidor o cliente final a la cadena de frío	Acorde con las necesidades y tecnología implementada	Acorde con las necesidades y la tecnología implementada	Contempla el manejo de HACCP para temperatura, tiempo y tolerancia de almacenamiento. Se asume que se cuenta con transporte refrigerado. Integra para todos los eslabones el manejo de Buenas Practicas específicas.	5
Modelo de monitoreo de la CF para alimentos a partir de RFID e integración con el cliente.	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de $\pm 0,5$ ° C de variación	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de $\pm 0,1$ % d variación.	El tiempo de vida útil depende del tiempo promedio del producto en la CP hasta llegar al cliente final.  La dificultad radica en el acceso a la tecnología RFID en todos los eslabones y el soporte para el manejo e interpretación de datos en tiempo real.	3
Modelo de cadena de frío logística basado en enfoque justo a tiempo (JIT)	Acorde con las necesidades y la tecnología a implementar	Acorde con las necesidades y la tecnología a implementar	Acorde con las necesidades y la tecnología a implementar.  Lograr homogeneidad en las políticas de productivas en el modelo JT en todos los eslabones	2
Trazabilidad de productos por RFID con TAGS inteligentes.	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de $\pm$	El tiempo de vida útil depende del tiempo promedio del producto en la CP hasta llegar al cliente final.	3

MODELO	RANGO DE TEMPERATURA	RANGO DE HUMEDAD	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO	PERTINENCIA
	precisión de $\pm 0,5$ ° C de variación	0,1 % d variación.	La dificultad radica en el acceso a la tecnología RFID en todos los eslabones y el soporte para el manejo e interpretación de datos en tiempo real.	
Modelo integrativo de RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva.	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de $\pm 0,5$ ° C de variación	Para la mayoría de las aplicaciones de cadena de frío, un sensor de precisión de $\pm 0,1$ % d variación.	El tiempo de vida útil depende del tiempo promedio del producto en la CP hasta llegar al cliente final.  La dificultad radica en el acceso a la tecnología RFID en todos los eslabones y el soporte para el manejo e interpretación de datos en tiempo real. Se asume transferencia y colaboración tecnológica entre los segmentos involucrados en una ruta determinada en la cadena.	4
Modelo de distribución por nodos y multitemperaturas	Diseñado para alimentos procesados con transporte logístico para comercio interno y externo.			2

Fuente: (Flórez M., 2012).

## C. Anexo: Tablas de importaciones

A continuación se presentan las tablas de importación de las familias de las partidas 84.15 y 84.18 del decreto No. 4927 del 26 de diciembre de 2011.

Partida 8415 Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprendan un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico.

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
8415	Mundo	13773	13723	17947	22089	22917
8415	China	7914	7902	11694	15314	15170
8415	Estados Unidos	1996	2128	2439	2354	2206
8415	Tailandia	159	106	55	716	1654
8415	Corea, República de	1597	1118	1041	1390	1643
8415	Colombia	0	1682	1462	965	774
8415	México	174	257	364	499	605
8415	Malasia	61	70	169	373	422
8415	Italia	17	31	21	60	121
8415	Japón	23	20	29	40	72
8415	España	0	1	59	5	55
8415	India	1	0	14	34	50
8415	Brasil	181	197	175	47	32
8415	Taipei Chino	49	8	2	7	30
8415	Panamá	34	118	343	16	26
8415	Singapur	28	11	8	0	15
8415	Alemania	29	19	19	27	11
8415	Canadá	35	4	8	9	8
8415	Francia	7	15	8	5	5
8415	Argentina	1	0	1	2	4
8415	Israel	0	0	0	2	4
8415	Rumania	1	3	0	0	3
8415	Gibraltar	0	0	0	0	2
8415	Hong Kong, China	50	27	1	207	2
8415	República Checa	0	0	1	0	1
8415	Finlandia	0	0	0	0	1
8415	Reino Unido	0	0	0	4	1
8415	Corea	0	0	1	1	0
8415	Zona franca	1409	0	0	0	0
8415	Australia	0	0	0	1	0
8415	Austria	0	0	0	1	0
8415	Bélgica	0	1	0	0	0
8415	Chile	0	0	0	0	0
8415	Dinamarca	0	0	10	0	0
8415	República Dominicana	0	0	0	6	0
8415	Georgia	1	0	0	0	0
8415	Hungría	0	0	0	0	0
8415	Indonesia	0	0	0	0	0

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
8415	Malta	1	0	0	0	0
8415	Mauricio	0	0	9	0	0
8415	Países Bajos	0	1	1	1	0
8415	Micronesia	3	0	0	0	0
8415	Perú	0	1	0	0	0
8415	Filipinas	0	0	4	0	0
8415	Polonia	0	0	0	0	0
8415	Rusia	0	1	0	0	0
8415	Eslovaquia	0	0	0	1	0
8415	Viet Nam	0	0	1	0	0
8415	Sudáfrica	0	0	0	0	0
8415	Suecia	0	0	0	0	0
8415	Suiza	0	3	0	0	0
8415	Turquía	0	0	4	0	0
8415	Ucrania	0	0	0	0	0
8415	Venezuela	0	0	0	0	0
841510	Mundo	6926	6694	11495	15393	15626
841510	China	5713	6074	10390	13641	13114
841510	Tailandia	123	66	7	686	1642
841510	Malasia	41	39	129	247	382
841510	Estados Unidos	144	174	191	141	267
841510	Corea	856	289	410	441	167
841510	Panamá	14	23	336	9	18
841510	Singapur	28	0	8	0	14
841510	Italia	0	10	0	0	10
841510	Japón	2	0	2	0	6
841510	India	0	0	1	13	5
841510	Francia	0	0	1	0	1
841510	México	0	1	10	14	1
841510	Ucrania	0	0	0	0	0
841510	Australia	0	0	0	0	0
841510	Bélgica	0	0	0	0	0
841510	Brasil	0	0	0	0	0
841510	Canadá	0	0	0	0	0
841510	Alemania	0	0	0	4	0
841510	Hong Kong	0	17	0	193	0
841510	Mauricio	0	0	9	0	0
841510	Taipei Chino	5	0	0	3	0
841510	Países Bajos	0	0	0	0	0
841510	Eslovaquia	0	0	0	0	0
841510	Suiza	0	0	0	0	0
841581	Mundo	150	85	79	107	121
841581	Corea	0	1	0	6	68
841581	Estados Unidos	103	73	51	24	26
841581	China	40	8	28	74	25
841581	India	0	0	0	3	1
841581	Canadá	0	0	0	0	0
841581	Alemania	2	0	0	0	0
841581	Hong Kong, China	0	0	0	0	0
841581	Italia	0	0	0	0	0
841581	Malta	1	0	0	0	0
841581	México	3	0	0	0	0
841581	Taipei Chino	0	1	0	0	0
841581	España	0	0	0	0	0
841581	Suecia	0	0	0	0	0
841582	Mundo	1897	1905	1665	2110	2676
841582	China	540	639	444	409	904
841582	Estados Unidos	858	758	916	1268	859
841582	Corea	366	420	71	115	437
841582	México	60	36	121	189	321
841582	España	0	0	33	5	51
841582	Italia	17	20	18	38	32
841582	Japón	4	1	3	19	29
841582	India	0	0	12	9	17
841582	Malasia	5	5	7	33	12

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841582	Alemania	12	8	13	14	4
841582	Israel	0	0	0	0	3
841582	Gibraltar	0	0	0	0	2
841582	Brasil	0	0	2	0	2
841582	Tailandia	8	10	1	1	1
841582	Micronesia	3	0	0	0	0
841582	Australia	0	0	0	1	0
841582	Bélgica	0	0	0	0	0
841582	Canadá	11	2	3	1	0
841582	Colombia	0	0	1	0	0
841582	Dinamarca	0	0	10	0	0
841582	Francia	0	1	3	3	0
841582	Hong Kong, China	0	0	0	0	0
841582	Malta	0	0	0	0	0
841582	Taipei Chino	12	0	0	0	0
841582	Países Bajos	0	0	0	0	0
841582	Panamá	0	1	1	4	0
841582	Perú	0	0	0	0	0
841582	Filipinas	0	0	4	0	0
841582	Eslovaquia	0	0	0	1	0
841582	Viet Nam	0	0	1	0	0
841582	Suiza	0	2	0	0	0
841582	Reino Unido	0	0	0	0	0
841583	Mundo	135	241	344	389	397
841583	Estados Unidos	48	115	143	109	146
841583	China	23	25	71	65	86
841583	Italia	0	0	1	18	61
841583	México	20	32	55	93	52
841583	Corea	0	13	0	22	38
841583	Brasil	34	28	16	7	7
841583	Malasia	0	23	24	48	6
841583	Panamá	0	0	0	0	1
841583	Argentina	1	0	0	0	0
841583	Canadá	0	1	1	0	0
841583	Francia	0	0	3	0	0
841583	Alemania	9	4	1	0	0
841583	Hong Kong, China	0	0	1	0	0
841583	Japón	0	0	0	0	0
841583	Países Bajos	0	0	0	0	0
841583	India	0	0	0	2	0
841583	España	0	0	1	0	0
841583	Suecia	0	0	0	0	0
841583	Tailandia	0	0	28	24	0
841583	Reino Unido	0	0	0	0	0
841590	Mundo	3446	3305	3279	3120	3165
841590	China	1592	1137	735	1092	1036
841590	Estados Unidos	839	998	1135	807	878
841590	Corea, República de	153	155	450	524	659
841590	Colombia	0	502	574	358	217
841590	México	73	169	160	186	206
841590	Japón	16	19	21	20	36
841590	Taipei Chino	33	7	1	3	30
841590	Malasia	16	3	9	45	21
841590	Italia	1	1	1	3	18
841590	Brasil	108	148	126	29	15
841590	Tailandia	26	28	18	5	10
841590	Panamá	20	93	6	3	8
841590	Alemania	4	3	5	9	6
841590	Argentina	0	0	1	2	4
841590	Canadá	23	1	2	5	4
841590	Francia	7	13	2	2	4
841590	España	0	1	24	0	4
841590	Rumania	1	3	0	0	3

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841590	Hong Kong, China	50	9	0	11	2
841590	República Checa	0	0	1	0	1
841590	Finlandia	0	0	0	0	1
841590	India	1	0	0	1	1
841590	Reino Unido	0	0	0	4	1
841590	Corea	0	0	1	1	0
841590	Zona franca	481	0	0	0	0
841590	Australia	0	0	0	0	0
841590	Austria	0	0	0	1	0
841590	Bélgica	0	1	0	0	0
841590	Chile	0	0	0	0	0
841590	Dinamarca	0	0	0	0	0
841590	República Dominicana	0	0	0	6	0
841590	Hungría	0	0	0	0	0
841590	Países Bajos	0	1	1	1	0
841590	Perú	0	1	0	0	0
841590	Filipinas	0	0	0	0	0
841590	Polonia	0	0	0	0	0
841590	Rusia, Federación de	0	1	0	0	0
841590	Singapur	0	11	0	0	0
841590	Eslovaquia	0	0	0	0	0
841590	Viet Nam	0	0	0	0	0
841590	Sudafrica	0	0	0	0	0
841590	Suecia	0	0	0	0	0
841590	Suiza	0	0	0	0	0
841590	Turquía	0	0	4	0	0
841590	Venezuela	0	0	0	0	0
841590	Filipinas	0	62	23	0	0
841590	Corea	0	0	960	593	0

Partida 8418 refrigeradores, congeladores y demás material, máquinas y aparatos para producción de frío, aunque no sean eléctricos; bombas de calor (excepto las máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de la partida 8415)

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
8418	Mundo	28367	27088	28807	29791	30044
8418	México	16326	16014	15206	14005	12817
8418	China	3749	4007	6066	6622	7742
8418	Estados Unidos	1157	1480	1868	1931	2207
8418	Corea	1353	1252	1278	1856	1859
8418	Chile	322	236	917	1335	1116
8418	Brasil	487	389	699	896	795
8418	Ecuador	348	402	485	723	671
8418	Taipei Chino	36	220	490	527	623
8418	Italia	228	381	541	621	591
8418	España	37	59	126	86	316
8418	Indonesia	333	0	18	1	271
8418	Tailandia	675	423	220	65	241
8418	Portugal	0	2	91	282	110
8418	Zona franca	2089	1572	153	1	105
8418	Alemania	418	88	62	362	85
8418	Turquía	2	16	19	23	74
8418	Dinamarca	47	49	71	109	72
8418	Francia	85	70	79	82	63
8418	Argentina	119	89	5	89	46
8418	Austria	37	8	131	50	46
8418	Guatemala	109	5	11	3	36
8418	India	0	2	6	7	33

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
8418	Panamá	3	2	34	4	30
8418	Hong Kong, China	0	3	6	0	19
8418	Canadá	12	15	30	20	18
8418	Colombia	0	0	35	1	17
8418	Japón	6	9	17	9	8
8418	Malasia	2	1	4	17	5
8418	Singapur	0	18	37	11	4
8418	Bélgica	0	1	9	4	3
8418	República Dominicana	0	0	3	0	3
8418	Eslovenia	1	5	3	1	3
8418	Hungría	3	3	8	5	2
8418	Polonia	3	1	0	1	2
8418	Suiza	0	0	1	1	2
8418	Reino Unido	32	1	0	1	2
8418	Corea	2	0	0	0	1
8418	República Checa	0	0	0	0	1
8418	Luxemburgo	2	8	1	4	1
8418	Países Bajos	11	14	14	19	1
8418	Suecia	5	5	1	0	1
8418	Tokelau	0	0	0	0	0
8418	Zona Nep	0	0	0	15	0
8418	Australia	0	0	0	0	0
8418	Costa Rica	0	1	1	0	0
8418	Finlandia	0	0	0	0	0
8418	Grecia	0	0	0	0	0
8418	Irlanda	0	1	0	0	0
8418	Israel	0	2	0	0	0
8418	Jordania	0	0	0	0	0
8418	Letonia	0	1	0	0	0
8418	Malta	0	0	0	0	0
8418	Nueva Zelanda	0	0	0	0	0
8418	Perú	321	225	61	1	0
8418	Filipinas	0	0	0	0	0
8418	Serbia	0	0	0	0	0
8418	Eslovaquia	4	4	0	1	0
8418	Sudáfrica	0	7	0	0	0
8418	Uruguay	0	0	0	0	0
8418	Venezuela	1	0	2	0	0
841810	Mundo	11513	11788	12129	11930	11502
841810	México	9498	9865	9514	8575	7783
841810	Corea, República de	1102	987	981	1343	1443
841810	China	310	353	628	951	854
841810	Taipei Chino	1	171	429	460	568
841810	Brasil	32	9	298	358	380
841810	Tailandia	0	0	0	0	212
841810	Estados Unidos	135	76	76	107	123
841810	Ecuador	170	166	155	115	88
841810	Chile	0	0	0	14	18
841810	Turquía	0	0	1	2	14
841810	Hong Kong, China	0	0	0	0	8
841810	Italia	6	2	0	1	8
841810	Alemania	1	0	0	3	2
841810	Eslovenia	0	1	1	0	1
841810	Austria	0	0	0	0	0
841810	Canadá	0	0	2	0	0
841810	Costa Rica	0	0	0	0	0
841810	Dinamarca	0	1	0	0	0
841810	Indonesia	0	0	0	0	0
841810	Japón	0	0	1	0	0
841810	Malasia	0	0	0	0	0
841810	Panamá	0	0	0	0	0
841810	Perú	257	153	42	1	0
841810	Portugal	0	0	0	0	0

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841810	Serbia	0	0	0	0	0
841810	Singapur	0	0	0	0	0
841810	España	0	0	0	0	0
841810	Suecia	0	5	0	0	0
841810	Suiza	0	0	0	0	0
841821	Mundo	7194	5726	5257	5123	6251
841821	México	4832	4060	3310	3384	4128
841821	China	1225	1044	1405	1351	1596
841821	Indonesia	333	0	17	0	271
841821	Corea	101	71	98	204	153
841821	Estados Unidos	45	62	79	107	64
841821	Brasil	0	36	86	19	24
841821	Turquía	0	8	13	14	12
841821	Italia	1	2	3	4	3
841821	Alemania	1	2	3	2	1
841821	Tokelau	0	0	0	0	0
841821	Zona franca	0	17	21	0	0
841821	Australia	0	0	0	0	0
841821	Austria	1	1	0	0	0
841821	Canadá	0	0	1	0	0
841821	Chile	0	0	0	0	0
841821	Dinamarca	0	0	0	0	0
841821	Ecuador	0	0	35	35	0
841821	Francia	0	0	0	0	0
841821	Panamá	0	0	0	2	0
841821	Perú	0	0	0	0	0
841821	Polonia	0	0	0	0	0
841821	Singapur	0	18	36	0	0
841821	Eslovenia	0	1	0	0	0
841821	España	0	0	6	0	0
841821	Suiza	0	0	1	0	0
841821	Tailandia	656	403	142	0	0
841829	Mundo	36	39	39	79	55
841829	China	22	32	34	68	52
841829	España	1	0	0	6	3
841829	Estados Unidos	4	3	2	1	1
841829	Corea	0	4	2	0	0
841829	Canadá	0	0	1	0	0
841829	Alemania	5	0	0	3	0
841829	Italia	0	1	1	0	0
841829	México	0	0	0	0	0
841829	Eslovenia	0	0	0	0	0
841829	Suecia	5	0	0	0	0
841830	Mundo	1534	1621	2404	2699	2920
841830	China	1052	1126	2003	1983	2445
841830	Estados Unidos	47	121	81	245	124
841830	Italia	0	0	0	15	120
841830	Brasil	241	112	110	259	109
841830	Ecuador	113	102	119	153	63
841830	Portugal	0	0	19	16	22
841830	Dinamarca	0	0	8	2	15
841830	Austria	2	0	10	15	10
841830	Turquía	0	0	0	0	9
841830	Corea	2	2	4	7	2
841830	España	0	0	1	1	1
841830	Zona franca	13	87	12	0	0
841830	Australia	0	0	0	0	0
841830	Canadá	0	0	0	0	0
841830	Alemania	0	1	0	0	0
841830	Guatemala	0	5	2	3	0
841830	Japón	0	0	0	1	0
841830	México	1	1	0	0	0
841830	Taipei Chino	0	0	0	0	0
841830	Panamá	0	0	14	0	0
841830	Perú	64	63	19	0	0

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841840	Mundo	412	462	385	650	708
841840	China	244	227	200	348	368
841840	Estados Unidos	72	80	106	137	149
841840	Ecuador	0	0	0	76	70
841840	Corea	24	28	28	34	36
841840	México	4	10	16	27	31
841840	Italia	17	12	14	13	17
841840	Turquía	0	0	1	2	9
841840	Guatemala	0	0	0	0	7
841840	Japón	4	3	1	4	3
841840	Taipei Chino	0	0	0	1	3
841840	Portugal	0	0	0	0	3
841840	Singapur	0	0	1	1	3
841840	India	0	1	0	0	2
841840	España	0	4	3	2	2
841840	Reino Unido	0	0	0	1	2
841840	Austria	0	0	0	1	1
841840	Francia	0	0	0	0	1
841840	Alemania	1	0	1	1	1
841840	Corea	1	0	0	0	0
841840	Zona franca	23	70	7	0	0
841840	Argentina	0	0	0	0	0
841840	Brasil	20	24	0	0	0
841840	Dinamarca	1	1	2	1	0
841840	Hong Kong, China	0	0	5	0	0
841840	Tailandia	1	0	0	0	0
841850	Mundo	3327	3541	3523	4146	3278
841850	Chile	275	234	914	1304	1096
841850	China	172	350	450	639	784
841850	Ecuador	55	133	175	343	450
841850	Estados Unidos	126	182	359	230	243
841850	España	22	35	25	47	155
841850	México	171	750	900	694	135
841850	Italia	79	234	307	387	134
841850	Corea	72	76	43	115	104
841850	Portugal	0	1	52	200	43
841850	Austria	34	6	120	33	33
841850	Turquía	2	7	1	0	28
841850	Guatemala	109	1	8	0	26
841850	Dinamarca	45	36	28	59	15
841850	Hong Kong, China	0	0	0	0	6
841850	Argentina	95	60	1	66	5
841850	Francia	0	1	0	0	5
841850	Taipei Chino	0	2	3	2	4
841850	República Dominicana	0	0	3	0	3
841850	Canadá	0	0	6	0	2
841850	Hungría	3	3	8	5	2
841850	Suiza	0	0	0	0	2
841850	Luxemburgo	2	8	1	3	1
841850	Malasia	1	1	1	0	1
841850	Países Bajos	1	1	2	1	1
841850	Eslovenia	0	3	2	1	1
841850	Zona franca	2034	1396	106	0	0
841850	Zona Nep	0	0	0	12	0
841850	Brasil	0	6	1	0	0
841850	Colombia	0	0	2	0	0
841850	Alemania	27	1	0	4	0
841850	Japón	1	3	1	1	0
841850	Panamá	0	0	3	0	0
841850	India	0	0	0	1	0
841850	Eslovaquia	0	4	0	0	0
841850	Sudafrica	0	7	0	0	0
841861	Mundo	163	9	16	25	17

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841861	Estados Unidos	4	9	12	21	15
841861	Italia	0	0	0	0	1
841861	Brasil	3	0	0	0	0
841861	China	154	0	0	1	0
841861	Alemania	0	0	1	0	0
841861	Taipei Chino	0	0	0	2	0
841861	Eslovaquia	1	0	0	0	0
841861	España	0	0	3	0	0
841861	Suecia	0	0	0	0	0
841861	Venezuela	0	0	0	0	0
841869	Mundo	1412	1554	1984	2326	2163
841869	Estados Unidos	515	660	921	836	1009
841869	China	196	209	270	291	328
841869	Italia	85	92	161	118	186
841869	México	151	226	100	192	148
841869	Corea	46	76	109	141	114
841869	Brasil	111	52	81	94	99
841869	Francia	61	45	66	69	52
841869	Alemania	108	78	55	325	49
841869	Taipei Chino	28	35	56	59	47
841869	Dinamarca	0	11	32	45	41
841869	India	0	0	0	1	29
841869	Tailandia	17	16	77	63	28
841869	Canadá	12	13	19	20	17
841869	España	5	17	5	7	9
841869	Bélgica	0	0	3	2	3
841869	Japón	1	1	4	1	2
841869	Argentina	0	2	2	6	1
841869	Zona franca	16	0	0	0	0
841869	Australia	0	0	0	0	0
841869	Austria	0	0	0	0	0
841869	Chile	15	0	0	15	0
841869	República Checa	0	0	0	0	0
841869	Ecuador	0	1	0	0	0
841869	Guatemala	0	0	0	0	0
841869	Hong Kong, China	0	3	0	0	0
841869	Irlanda	0	1	0	0	0
841869	Israel	0	1	0	0	0
841869	Letonia	0	0	0	0	0
841869	Luxemburgo	0	0	0	1	0
841869	Malasia	0	0	1	0	0
841869	Malta	0	0	0	0	0
841869	Países Bajos	10	12	12	17	0
841869	Nueva Zelandia	0	0	0	0	0
841869	Panamá	0	0	8	0	0
841869	Perú	0	1	0	0	0
841869	Polonia	0	0	0	0	0
841869	Portugal	0	0	1	23	0
841869	Singapur	0	0	0	0	0
841869	Eslovaquia	1	0	0	0	0
841869	Suiza	0	0	0	1	0
841869	Reino Unido	32	0	0	0	0
841869	Venezuela	0	0	2	0	0
841891	Mundo	74	159	243	429	802
841891	China	25	134	175	364	456
841891	España	7	1	21	3	131
841891	Italia	1	2	19	27	71
841891	Estados Unidos	37	16	14	9	52
841891	Argentina	2	1	0	1	39
841891	Panamá	0	0	0	0	26
841891	Portugal	0	0	1	7	24
841891	Brasil	3	5	0	11	1
841891	Turquía	0	0	1	3	1
841891	Corea, República de	0	0	0	0	0
841891	Zona franca	0	0	5	0	0

Partida	Exportadores	2010	2011	2012	2013	2014
841891	Zona Nep	0	0	0	3	0
841891	Bélgica	0	0	6	0	0
841891	Chile	0	0	0	0	0
841891	Dinamarca	0	0	0	0	0
841891	Francia	0	0	0	0	0
841891	Guatemala	0	0	0	0	0
841891	Israel	0	1	0	0	0
841891	Japón	0	0	0	0	0
841891	México	0	0	0	1	0
841891	Filipinas	0	0	0	0	0
841891	Venezuela	0	0	0	0	0
841899	Mundo	2704	2189	2827	2385	2347
841899	China	350	531	901	625	860
841899	México	1670	1102	1365	1134	593
841899	Estados Unidos	173	272	219	237	428
841899	Brasil	77	145	122	154	182
841899	Zona franca	3	2	1	1	105
841899	Italia	40	36	37	55	50
841899	Alemania	276	5	2	24	33
841899	Portugal	0	1	17	37	18
841899	Colombia	0	0	33	1	17
841899	España	1	1	62	20	15
841899	Corea	6	8	13	12	7
841899	Francia	24	24	13	12	5
841899	Hong Kong, China	0	0	0	0	5
841899	Malasia	0	0	3	17	4
841899	Panamá	3	2	9	2	4
841899	India	0	1	5	6	3
841899	Guatemala	0	0	1	0	2
841899	Japón	0	1	10	2	2
841899	Polonia	3	1	0	0	2
841899	Turquía	0	1	2	2	2
841899	Chile	31	1	3	3	1
841899	República Checa	0	0	0	0	1
841899	Taipei Chino	6	11	1	3	1
841899	Suecia	0	0	1	0	1
841899	Tailandia	2	4	1	2	1
841899	Corea	1	0	0	0	0
841899	Tokelau	0	0	0	0	0
841899	Zona Nep	0	0	0	0	0
841899	Argentina	22	26	2	16	0
841899	Austria	1	0	0	1	0
841899	Bélgica	0	1	0	2	0
841899	Canadá	0	1	0	0	0
841899	Costa Rica	0	1	1	0	0
841899	Dinamarca	1	1	1	2	0
841899	Ecuador	9	0	0	1	0
841899	Finlandia	0	0	0	0	0
841899	Grecia	0	0	0	0	0
841899	Hungría	1	0	0	0	0
841899	Indonesia	0	0	1	1	0
841899	Irlanda	0	0	0	0	0
841899	Jordania	0	0	0	0	0
841899	Letonia	0	1	0	0	0
841899	Países Bajos	0	0	0	1	0
841899	Perú	0	9	1	0	0
841899	Singapur	0	0	0	10	0
841899	Eslovaquia	2	0	0	1	0
841899	Eslovenia	0	0	0	0	0
841899	Suiza	0	0	0	0	0
841899	Reino Unido	0	0	0	0	0
841899	Uruguay	0	0	0	0	0
841899	Venezuela	0	0	0	0	0





## Bibliografía

- Abad, E. (2009). RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. *Journal of Food Engineering*, 394-399.
- ACAIRE. (Julio - Agosto de 2008). Fortalecimiento global de la cadena de frío. *Asociación Colombiana del Acondicionamiento de Aire y de la Refrigeración*(52), 8-10.
- Alchian, A., & Demsetz, H. (1972). Production, information costs and economic organization . *The American Economic Review*, 62, 777-795.
- Altenburg, T., Hillebrand, W., & Meyer-Stamer, J. (1998). Building Systemic Competitiveness. *German Development Institute. Reports and Working Papers*.
- Angelfire. (sf). *Angelfire*. Recuperado el 23 de 10 de 2015, de [http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa\\_criolla.htm](http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm)
- Arias, C., & Toledo, J. (2000). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales*. Roma-Italia: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
- ASOHOFRUCOL, M. C. (2009). *Guia Ambiental Hortofrútica de Colombia*. Bogotá D.C: Nuevas Ediciones.
- Ayala S, L. C., Valenzuela R, C. P., & Bohorquez P, Y. (2014). Effect of an edible crosslinked coating and two types of packaging on antioxidant capacity of castilla blackberries. *Food Science and Technology*, 34(2), 281-286. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0047>
- Barragan, A. (2010). *INFORME TÉCNICO Y DE GESTIÓN 2010*. Neiva: Programa de Productividad y Competitividad agropecuaria del Huila.
- Barrero, L. (2009). *Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado*. Cundinamarca-Colombia: Corpoica.
- Bejarano, J. A. (1995). Las cadenas productivas y la competitividad. *Cuadernos de desarrollo agrícola IICA*, 1(1), 19-28.

- Bogataj, M., Bogataj, L., & Vodopivec, R. (2005). Stability of perishable goods in cold logistic chains. (Elsevier, Ed.) *Int. J. Production Economics*, 93094, 345–356.
- Bonilla C., M. H., Arias, P. A., Landínez G., L. M., Moreno M., J. M., Cardozo P., F., & Suárez R., M. S. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la uchuva en fresco para exportación en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Bonilla C., M. H., Cardozo P., F., & Morales C., A. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Bonilla C., M. H., Toro, J. C., Mejía M., A. D., Landínez, L. M., Castellanos, J. C., & Cardozo Puentes, F. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva del mango criollo procesado para exportación en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR.
- Bonilla Cortés, M. H., Cardozo Puentes, F., & Morales Castañeda, A. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Cadena Nacional de la Mora. (Diciembre de 2011). *Indicadores de Apoyo 2011*. Recuperado el 20 de Abril de 2012, de <http://www.sioc.gov.co/>
- Castro Gomez, A. M. (2006). Taller de Prospectiva en cadenas productivas. *Taller de Prospectiva en cadenas productivas*. Bogotá D.C: IICA- Instituto interamericano de cooperación agrícola.
- Castro, A. M., Lima, S. M., & Neves, C. M. (2002). Cadena productiva: Marco conceptual para apoyar la prospección tecnológica. *Revista Espacios*, 23.
- CCB, C. (2006). *Balance Tecnológico de la Cadena Productiva Hortofrutícola en Bogotá Y Cundinamarca*. Bogotá: CCB. Sectorial 958-688-134-2.
- CCB-Camará de Comercio de Bogotá . (2006). *Balance Tecnológico de la Cadena Productiva Hortofrutícola en Bogotá Y Cundinamarca*. Sectorial, CCB, Bogotá D.C.
- CEPAL. (1997). Una estrategia de desarrollo a partir de los Complejos Productivos en torno a los Recursos Naturales. Santiago de Chile.
- Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica New Series*, 4(16), 386-405.

- Consejo nacional de la cadena agroalimentaria de la papa. (Marzo de 2012). *Informe de Actividades 2011 y Plan de acción 2012 Cadena agroalimentaria de la papa*. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://www.sioc.gov.co>
- CORPOICA. (2000). *Manual del exportador de frutas, hortalizas y tuberculos en Colombia*. Colombia: MADR.
- Dayron, A., & Otros. (2006). Refrigerated storage of mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) fruits in modified atmosphere packaging. *Fisiología y Tecnología Poscosecha*, 306-316.
- DNP, D. N. (2005). Encuesta Anual Manufacturera - DANE.
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (1996). Competitividad Sistémica: Nuevo desafío a las empresas y a la política. *Revista de la CEPAL*, 39-52.
- Estrada Flores, S. (2008). RFID Technologies for Cold Chain Applications. *INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATION FOR THE DEVELOPMENT OF REFRIGERATION BULLETIN 4*, 4-8.
- FAO. (1989). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. PARTE II (Control de calidad, almacenamiento y transporte)*. Santiago de Chile: OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE .
- FAO. (sf). *SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) Y DIRECTRICES PARA SU APLICACIÓN*. Roma: Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/005/y1579s/y1579s03.htm#TopOfPage>
- FAO, & IIF. (2014). *Rapport de l'atelier régional sur l'utilisation de la chaîne du froid dans le développement de l'agriculture et de l'agro-industrie en Afrique subsaharienne*. Roma.
- Flórez M., D. H. (2012). *Diseño de una metodología de análisis exergético de la cadena de frío en cadenas productivas hortofrutícolas para evaluar la productividad y competitividad: caso de estudio mora de castilla*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6961/1/822079-2012.pdf>
- Franco, G., & Giraldo, M. (sf). *El Cultivo de Mora-Proyecto de transferencia de Tecnología sobre el cultivo de Mora*. Bogotá: Corpoica.

- Friend, A., & Frohmader, R. (2000). *Cold chain for agricultural products in Rwanda*. CHEMONICS INTERNATIONAL, INC. RAISE Consortium. Kigali, Rwanda: United States Agency for International Development.
- Fuller, R. L. (1998). *A Practical Guide to The Cold Chain From Factory to Consumer*.
- García P., C. (2012). *Elaboración de un paquete tecnológico para productores, en manejo cosecha y poscosecha de mora (rubus glaucus benth) aplicando ingeniería de calidad y determinación de las características nutraceuticas de la fruta en precosecha, en el municipio de Silvani*. Bogotá: UNAL.
- García, M. C., & García, H. R. (2001). *Manejo poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica.
- Giannakourou, M. C., & Taoukis, P. S. (2003). Application of a TTI-based distribution management system for quality optimisation of frozen vegetables at the consumer end. *Food Sci*, 201-209.
- Gobernacion de Cundinamarca; Federacion Colombiana de productores de papa. (2009). *Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla Convenio sade 045/06*.
- Gobernación Valle del Cauca. (2012). *Evaluación municipal de costos de producción por hectárea - Cultivo Mora*. Cali: Secretaria de agricultura y pesca. Recuperado el 31 de Octubre de 2015, de <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=966>
- Griffith, C. J. (2006). Food safety: where from and where to? (Emerald, Ed.) *British Food Journal*, 108(1), 6-15.
- Hirschman, A. O. (1964). *La Extrategia del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- HLPE. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios*. Roma: Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3901s.pdf>
- IARW. (2012). *2012 IARW Global Cold Storage Capacity Report*. Texas: Texas A&M University.
- IARW. (2014). *2014 IARW Global Cold Storage Capacity Report*. Texas: Texas A&M University. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.gcca.org/resources/publications/white-papers-reports/global-cold-storage-capacity/>

- IMechE. (2013). *Global food waste not, want not*. Reino Unido: Institution of Mechanical Engineers. Obtenido de [http://www.imeche.org/docs/default-source/reports/Global\\_Food\\_Report.pdf?sfvrsn=0](http://www.imeche.org/docs/default-source/reports/Global_Food_Report.pdf?sfvrsn=0)
- Ji, G. (2009). Research on the Security of Cold-Chain Logistics. *IEEE*, 757-761.
- Joshi, R., Banwet, D., & Shankar, R. (2010). Consumer Link in Cold Chain: Indian Scenario. *Food Control*.
- Kuo, J.-C. (2010). Developing an advanced Multi-Temperature Joint Distribution System for the food cold chain. *Food Control*, 559-566.
- Lan, H. (2008). Study on the Distribution Modes Selection of the Regional Food Cold Chain. *IEEE*, 1355-1358.
- Lan, W., & zheng ya, Z. (2009). A Research on Related Questions of Chinese Food Cold Chain Development. *International Conference on Management of e-Commerce and e-Government 2008 IEEE*. IEEE.
- LEGISCOMEX. (2014). *Inteligencia de Mercados - Perfil Lógico de Colombia 2014*. Bogotá: LEGISCOMEX. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/perfil-logistico-colombia-2014-completo.pdf>
- Lobo, M. (2006). Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 40-54.
- Ma, G., & Guan, H. (2009). The Application Research of Cold-chain Logistics Delivery Schedule Based on JIT. En IEEE (Ed.), *2009 International Conference on Industrial Mechatronics and Automation*.
- MADR. (2014). *Documento Diagnóstico de la Cadena de la Papa*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 23 de 08 de 2015, de <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/opc-documentoscadena?ide=17>
- MADR. (2015). *Bullets Cadena de la Mora Julio 2015*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 20 de 08 de 2015, de <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/opc-documentoscadena?ide=46>
- MADR. (2015). *Bullets Cadena Hortícola Nacional julio 2015*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 20 de 08 de 2015, de <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/opc-documentoscadena?ide=12>
- Méndez, L. M. (2007). Importancia de la cadena de frío en frutas y hortalizas. Ibagué, Tolima, Colombia: Universidad del Tolima.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2006). *Plan frutícola y hortícola nacional*. Bogotá D.C: MADR.
- Montanari, R. (2008). Cold chain tracking: a managerial perspective. (ELSERVIER, Ed.) *Trends in Food Science & Technology*, 19, 425e431.
- Montanari, R. (2008). Cold Chain Tracking: A Managerial Perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 425-431.
- Montes R., L., Castaño C., J., & Orrego, C. (2005). Evaluación del sistema de congelación rápida "IQF"(Individually quick freezing) para la conservación de la Mora de castilla. *Cenicafé*.
- Montoya, Á., Londoño, J. K., & Márquez, C. J. (2005). Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) con diferentes porcentajes de pulpa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(2), 2963-2973.
- Ospina, C., & Et Al. (2008). La Cadena De La Mora En Caldas: Distribución de Beneficios e Impactos Sociales y Ambientales. *proyecto, "Optimización del Uso y Los Recursos de los Nutrientes del Suelo Para la Producción Sostenible del Cultivo de la Mora en el Departamento de Caldas*, 1-12.
- Picha, D. (2004). *Manejo poscosecha y análisis de empacadora de productos frescos y recomendaciones para mejorar el diseño de la línea de empaque*. Santo Domingo - República Dominicana: USAID.
- Planeación, D. N. (2014). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo. Versión Preliminar para discusión del Consejo Nacional de Planeación*. Bogotá: PND.
- Porter, M. (1991). *Estrategia Competitiva*. Buenos Aires.
- Porter, M. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires.
- Porter, M. (1994). *Creación de la Ventaja Competitiva para Colombia - Informe Monitor*. Bogotá: Cámara de Comercio.
- PROCOLOMBIA. (2014). *Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia*. Bogotá. Recuperado el 08 de 2015, de [http://www.colombiatrade.com.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann\\_ruta\\_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf](http://www.colombiatrade.com.co/sites/all/modules/custom/mccann/mccann_ruta_exportadora/files/06-cartilla-cadena-frio.pdf)
- PROCOLOMBIA. (2015). *Infraestructura logística y transporte de carga en Colombia 2015*. Bogotá: PROCOLOMBIA. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://colombiatrade.com.co/sites/default/files/Perfil%20Colombia%20para%20portal%20Colombiatrade.pdf>

- PROEXPORT. (2009). *Situación actual y perspectivas de la cadena integral de frío para productos colombianos*. Bogotá D.C.
- Raspor, P. (2008). Total food chain safety: How good practices can contribute? *Trends in Food Science Technology*, 405-412.
- Rediers, H. (2009). Evaluation of the cold chain of fresh-cut endive from farmer to plate. *Postharvest Biology and Technology*, 257-262.
- Rediers, H., Claes, M., Peeters, L., & Willems, K. A. (2009). Evaluation of the cold chain of fresh-cut endive from farmer to plate. (ELSERVIER, Ed.) *Postharvest Biology and Technology*, 51, 257–262.
- Reyes Méndez, L. M., & Gutiérrez Ortiz, A. M. (s.f). *Importancia de la cadena de frío en frutas y hortalizas*. Recuperado el 5 de Abril de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/3503058/IMPORTANCIA-DE-LA-CADENA-DE-FRIO-EN-FRUTAS-Y-HORTALIZAS>
- Richardson, G. B. (1972). The Organisation of Industry . *The Economic Journal*, 82(327), 883-896.
- Rojas, J., & Villarraga, L. (2001). Modelo de cadenas productivas aplicado en industrias con procesos biotecnológicos. Bogotá: Monografía de Administración de empresas.
- Siembra. (15 de 08 de 2015). *Siembra*. Obtenido de <http://www.siembra.gov.co/>
- SIOC. (10 de 08 de 2015). *Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas*. Obtenido de <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/art-inicio-cadena-mora/?ide=46>
- Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas-SIOC. (2012). Recuperado el 12 de Abril de 2012, de <http://www.sioc.gov.co/PantallaInicialP.aspx?idcadena=17>
- Sora, Á. D., Fischer, G., & Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306-316.
- Sora, A., Fischer, G., & Florez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) en empaques con atmósfera modificada. *Revista Agronomía Colombiana. Volumen XXIV, número 2*, 306 - 316.
- Stumpo, G. (1996). *Encadenamientos, articulaciones y procesos de desarrollo industrial*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

- Terpstra, M., Steenbekkers, L., de Maetelaere, N., & Nijhuis, S. (2005). Food storage and disposal: Consumer practices and knowledge. *British Food Journal*, 107(7), 526–533.
- Torres, J. (2006). *Estrategias de control de la cadena de frío y su impacto en la calidad y seguridad de los alimentos: Productos Hortofrutícolas en el desarrollo agroalimentario*. Ibagué: Corporación Colombia Internacional (CCI) investigaciones. Universidad del Tolima.
- Universidad Nacional de Colombia. (2006). *Alianza productiva para la producción y comercialización de mora de castilla para el municipio de Saboyá*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Universidad Nacional de Colombia. (2006). *Alianza productiva para la producción y comercialización de mora de castilla para el municipio de saboyA*. Bogotá D.C: MADR.
- Universidad Nacional de Colombia; Artesanías de Colombia; Departamento Nacional de Planeación. (2004). *Manual de minicadenas productivas*. Bogotá D.C., Colombia: ONUDI, Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial.
- Uribe Galvis, C. P., Fonseca Rodríguez, S. L., Bernal Ramos, G. E., Contreras Pedraza, C. A., & Castellanos Domínguez, O. F. (2011). *Sembrando Innovación para la Competitividad del Sector Agropecuario Colombiano*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR.
- Viteri, M.L. (2003). Logística en la Cadena de Frutas y Hortalizas Frescas. *Revista Idia XXI*, 3(4), 176-180.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. New York: The Free Press.
- Yan, B., & Lee, D. (2009). Application of RFID in Cold Chain Temperature Monitoring System. *ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management*, (págs. 258-261).