

Diseño de un modelo de articulación entre la cadena productiva hortofrutícola colombiana y la cadena logística de frío

Design of a model of interaction between the colombian fruit&vegetal productive chain and logistics cold chain

Diego Hernando Flórez Martínez¹

Recibido para publicación: Junio 24 de 2017 - Aceptado para publicación: Noviembre 23 de 2017

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de articulación, entre la cadena productiva (CP) hortofrutícola colombiana como mecanismo de gestión de las interacciones entre actores para el flujo de materiales y la cadena de frío (CF) como herramienta logístico-tecnológica, para la conservación de alimentos perecederos. A partir de una metodología secuencial de construcción, se propone un modelo de eslabones y segmentos para el sector hortofrutícola colombiano, que integra las actividades desde los proveedores de insumos hasta el cliente o consumidor final, identificando sus descriptores. Posteriormente se analizan los modelos de cadena de frío propuestos en la literatura conceptualización e identificación de puntos críticos de control tanto exógenos como endógenos con base en el sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), seleccionando el modelo de cadena sincronizada. El análisis conjunto y superpuesto de estos dos modelos, se convierte en el diseño articulado, que permite direccionar la adaptación de tecnología de transporte y almacenamiento de productos bajo condiciones de temperatura y humedad determinadas dentro de la cadena productiva hortofrutícola, como factor de ventaja competitiva.

Palabras clave: Cadena productiva, cadena de frío, cadena de suministros, calidad de alimentos, hortofrutícola

ABSTRACT

The objective of this research is to propose a model to articulate Colombian horticultural production chain as a mechanism for managing the interactions between actors for the flow of materials with the cold chain as a logistic-technological tool for the conservation of perishable foods. Based on a sequential construction methodology, a link and segment model is proposed for the Colombian horticultural sector. The model integrates the activities from the input suppliers to the final customer or consumer, identifying their descriptors. Consequently, the cold chain models proposed in the literature are conceptualized and characterized through a critical control point's analysis (exogenous and endogenous), based on the HACCP system, selecting the synchronized supply chain model. The joint and superimposed analysis of these two models becomes the articulated design, which allows directing the adaptation of technology in transportation and storage of products under appropriated cold chain conditions for fruits and vegetal products as a competitive advantage.

Key words: Productive chain, cold chain, horticulture, supply chain, food quality.

¹ MSc. Profesional de planeación estratégica en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. dhflorezm@bt.unal.edu.co.

INTRODUCCIÓN

Según la organización de las naciones unidas para la agricultura (por sus siglas en inglés FAO), a nivel mundial la producción de frutas como la de hortalizas han experimentado crecimientos sostenidos durante los últimos años; igualmente el valor la producción frutícola se ha incrementado desde 1990 a una tasa del 10,7% anual (MADR, 2016). El comportamiento global de frutales y hortalizas, se caracteriza por las tendencias particulares de los diferentes nichos de mercado donde desde una perspectiva macro regional, a nivel continental Asia con el 74% de la producción es el principal proveedor de estos productos, le siguen en importancia Europa y América Latina y el Caribe con el 10% y 9% respectivamente (MADR, 2016).

Estos nichos comparten un factor común en que los productos de la cadena hortofrutícola, requieren de un manejo sistémico de variables organolépticas tales como el sabor, color, humedad, contenido de azúcares entre otras las cuales se deben mantener hasta llegar al cliente final; ya que son afectadas por factores exógenos como temperatura, presión, carga biológica y carga química del entorno. El éxito de este proceso recae en un manejo efectivo de la "CF", término usado para describir la serie de operaciones interdependientes en la producción, distribución, almacenamiento y comercialización de productos congelados a través los procedimientos y equipos para mantener la temperatura deseada (Torres, 2006).

Lo anterior debido a que, a nivel mundial, el manejo de las actividades en cosecha, poscosecha y transformación 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 (Montanari 2008), y así disminuir los volúmenes de pérdidas que se presentan y que, para el caso colombiano, puede superar el 50% de

la producción (Floréz y Cifuentes, 2013).

En Colombia el seguimiento a los productos hortofrutícolas abarcar tanto la producción de frutas frescas, vegetales y granos, como la transformación industrial en bienes como jugos, enlatados, mermeladas, compotas, pulpas y salsas. Es decir, se pueden diferenciar dos componentes clave articulados dentro del subsector. Estos son, el sector netamente agrícola, que comprende las actividades de cosecha, sostenimiento, recolección y tratamiento primario del producto y el sector industrial que abarca la transformación y generación de valor agregado (Asohofrucol y MADR, 2012); posteriormente se desarrollan las actividades de comercialización de los productos.

Las nuevas condiciones de mercado hacen necesario mejorar la coordinación entre los productores, la industria y la distribución, a través de esquemas de interacción como las cadenas productivas (Castro y Lima, 2001). De acuerdo con Cuevas (2005), la CP es el conjunto de componentes que interactúan en el entorno del agronegocio de un país o región, que incluye a los sistemas productivos, proveedores de insumos y servicios, industrias de producción y transformación, agentes de distribución y comercialización y a los consumidores. El concepto de CP se desarrolló como herramienta de gestión, evaluación y diagnóstico con un enfoque desde el análisis sistémico, donde los flujos de material, de capital y de información son los mecanismos de relación entre los diversos agentes involucrados (Castro *et al.*, 1998), para la generación de valor agregado.

La tendencia actual en el comercio de productos alimenticios, se enfoca cada vez más hacia alimentos de alto valor agregado (Montanari, 2008); (Rodríguez *et al.*, 2011), donde es de particular interés el poder integrar, no solo los procesos sino cada uno de los actores que conforman e integran los aparatos productivos, han evolucionado hacia un mayor

énfasis en la calidad, concepto que abarca múltiples dimensiones de un producto (García y Poole, 2004; García, 2009); mejorar el acceso a recursos clave e incrementar la eficiencia del sistema (Fischer *et al.*, 2007), generando una fuente fundamental de competitividad, que algunas veces se denomina “ventaja colaborativa” o “ventaja comparativa de la cooperación”, donde la integración de actores en distintos niveles del flujo de productos, es necesaria para minimizar costos y optimizar operatividad y calidad (Fischer *et al.*, 2008).

El factor de calidad en productos perecederos y en particular aquellos del sector hortícola, parte de la concepción de “calidad percibida” por el cliente frente a los productos y de la “calidad ofrecida” por el productor, en relación con el proceso de conservación al cual son sometidos bajo mecanismos de conservación específicos (Likar, 2006). La CF como mecanismo de conservación del producto en etapa de poscosecha, implica manejos diferenciados y criterios particulares, de la misma manera en que se contextualiza con el manejo de costos y la crisis energética (Jol, 2007).

La CF es entonces, un sistema de redes logísticas dentro de un aparato productivo, equipado con tecnología en transporte y almacenamiento que garantiza la calidad de productos frescos y congelados de carácter alimenticio, desde el productor hasta el consumidor (Wang, 2008). Esto en condiciones de baja temperatura que para el caso particular de productos frescos o refrigerados varía entre 0 °C y 10 °C, mientras que para productos congelados debe ser inferior a los 0°C (Beilin 2004).

La investigación desarrollada en este documento busca orientar, a partir del conocimiento del desarrollo actual en CF, el análisis metodológico de los modelos actuales de CF para cadenas logísticas, la articulación con el modelo de CP de eslabones y segmentos, que permiten relacionar de una manera clara

de qué manera el producto llega del productor primario al cliente o consumidor final, a partir de los puntos críticos de control (Friend, 2001).

El objetivo de esta investigación es definir un modelo de integración específico a las particularidades de la cadena hortofrutícola colombiana, que, a través de la articulación de herramientas tecnológicas de cadena de frío, contribuya a mejorar la calidad e inocuidad de los productos, la trazabilidad a través de los canales de distribución y el monitoreo y seguimiento de variables como temperatura y humedad.

MATERIALES Y METODOS

El diseño metodológico de esta investigación considera cuatro etapas secuenciales que integran conceptos teóricos y herramientas procedimentales específicas, para diseñar el modelo de integración de la Cadena de frío (CF) a la Cadena productiva (CP).

Etapas 1 – Diseño de la Cadena Productiva:

El modelo de la CP hortofrutícola a diseñar, estructura las bases conceptuales y metodologías establecidas en los estudios de caracterización sectoriales realizados por el MADR en el marco de la Dirección de cadenas productivas, donde toman como referencia los modelos previamente considerados, estructurados a través de procesos de investigación de diferentes entidades que apoyan y soportan al sector en el país, lo que permite abordar de manera global la interacción de los actores a través de todo el proceso productivo (Castellanos *et al.*, 2010).

Para diseñar la CP se implementó la metodología diseñada por Castro y Colaboradores (1998); adaptada para el caso colombiano (Castro, 2006). En la tabla 1, se sintetizan los elementos de construcción utilizados.

De acuerdo con Cuevas (2005), los diferentes segmentos que se identifican en cada uno

Tabla 1. Metodología de cadenas productivas agroindustriales.

HERRAMIENTA	CONCEPTO
CADENA PRODUCTIVA	Conjunto de actores y unidades productivas que se relacionan para producir, procesar, almacenar, distribuir y comercializar insumos y productos de origen agropecuario o agroforestal.
FLUJOS DE MATERIAL E INFORMACIÓN	Conjunto de actores y unidades productivas que se relacionan para producir, procesar, almacenar, distribuir y comercializar insumos y productos de origen agropecuario o agroforestal.
ESLABONES	Cada grupo de unidades productivas que se dedican a las actividades que garantizan el desarrollo de los productos, 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.
SEGMENTO	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.
AMBIENTES TRANSVERSALES	Entendidos como el conjunto de estamentos, instituciones, políticas y normatividades que regulan a la cadena productiva, no intervienen de manera directa en los flujos de material e información.

Fuente: Elaborado a partir de información en (Flórez, 2012)

de los eslabones de la CP, se relacionan con otros segmentos u otros eslabones a partir de flujos de recursos. Se puede determinar que desde el eslabón de proveedores hasta el consumidor final fluyen principalmente materia (materias primas, insumos, productos intermedios, productos finales), energía e información, y en la dirección contraria el flujo fundamental es de información y recursos financieros. Desde un punto de vista comercial se establece que el consumidor es quien dinamiza el desempeño de la CP.

Etapas 2 -Selección del diseño de Cadena de Frío:

El proceso de enfriamiento es un método clave para preservar sabor, textura y valores nutricionales de las comidas. Sin embargo, la eficacia, efectividad y eficiencia del mismo dependen de la selección de materiales, tratamientos previos, procesos de congelación,

empaque, condiciones de almacenamiento, sistema de control y monitoreo (Cruz, 2009).

Los principales factores que inciden en el diseño de la CF son el control de temperatura que varía en rangos desde 0°C hasta -18°C (Wang, 2008); mecanismos de logística de distribución de alimentos perecederos, en condiciones más favorables para lograr una mayor frescura y calidad (Viteri, 2003), basados en mecanismos de enfriamiento y congelación (en almacenamiento y transporte), para la conservación de las características organolépticas, control del abuso de la temperatura, gestión de los puntos de transferencia y diseño de acciones preventivas (Fuller 1998).

La operación global dentro de la CF, es el enfriamiento o la congelación, el cual implica reducir temperaturas de los alimentos por debajo de la temperatura ambiente, pero por encima de

-1 °C, con el objetivo de promover la conservación eficaz a corto plazo de las características organolépticas, fisiológicas y nutricionales de los alimentos, retardando daños ocasionados por factores microbiológicos, físicos, así como reacciones químicas y bioquímicas asociadas con deterioro de los alimentos.

Sin embargo, esto depende de los tiempos de comercialización y el tipo de productos, ya que los productos frescos son normalmente expuestos a temperaturas de 8-12 °C, según el manejo y distribución logística establecida durante toda la cadena de suministros (Rediers, 2009), lo que contribuye a tener un nivel óptimo de trazabilidad del producto, así como el cumplimiento de límites estandarizados.

La implementación de esta logística 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 CF integrada a la cadena productiva buscando una eficiencia en el flujo económico sostenible, es decir garantizar en cada momento dentro del flujo de material asociado a los eslabones de la cadena, las condiciones de los productos con un rango de tolerancia establecido para las variables en seguimiento, donde para el caso particular de la cadena hortofrutícola, las condiciones de temperatura y humedad son prioritarias.

Se evalúan los modelos propuestos en la literatura sobre CF contemplando los siguientes factores:

- Tecnología asociada
- Gestión de las variables tiempo, temperatura y tolerancia (TTT)
- Elementos de asociación frente a la CP y/o cadena de suministros.

Etapa 3 – elementos de interacción

Ingeniero estadounidense, considerado el padre de la dinámica de sistemas, una disciplina reciente que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en ingeniería

La herramienta de seguimiento básica para la CF y punto de partida para la concepción de una metodología de evaluación con connotaciones económicas, es un plan de temperatura (Cruz, 2009), el cual considera los eslabones desde la unidad de procesamiento, carga al transporte, el periodo de transporte, a cada uno de los centros de distribución, la carga en el transporte de distribución, el tiempo de transporte desde los centros de distribución, los puntos de comercialización, el último comprador y el consumidor final. En este punto es más que evidente la necesidad de una “cadena integral de alimento” (Kuo, 2010), donde el manejo de la sensibilidad a la temperatura en productos perecederos, se debe mantener en una constante implementación y eficiencia en los métodos de transporte, almacenamiento, tecnologías de la información en la CF.

Se consideran como esquemas referentes para la integración de la CF a la CP los cuatro arquetipos de cadena de suministros de Forrester* (Cannella, 2010), usados para caracterizar los modelos de CF. El arquetipo de cadena sincronizada es el ideal para la integración.

- Tradicional: La regulación de la información y del flujo de material está dada por el proveedor, donde este controla el pedido del minorista teniendo en cuenta que no conoce el volumen real que necesita el cliente final.
- Información compartida: Es este modelo el flujo de información dentro de la cadena de suministros, parte desde el cliente final, donde las cantidades solicitadas son conocidas tanto por productores, transformadores y comercializadores
- Gestionada por el proveedor: integración de eslabones de manera horizontal, se presenta en los segmentos, donde algunos productores se articulan con transformadores y/o comercializadores para tener un inventario

unificado en términos de la demanda del cliente final, esto limita la heterogeneidad de calidad del producto, pero disminuye la cobertura de actores dado que no todos manejan niveles tecnológicos similares.

- Cadena sincronizada: pedidos se de manera puntual en la articulación de algunos segmentos de eslabón, lo cuales generan una cadena colaborativa dentro del modelo. En este caso existe comunicación directa entre los comercializadores y los transformadores para el manejo de las cantidades de los productores, así como el control en tiempo real del flujo de material.

Etapa 4 - Diseño Esquema integrado del modelo:

Contemplados los cuatro arquetipos de la cadena de suministros, que se presentan en cualquier actividad de logística y todos extensivos a la CP, el arquetipo ideal en función de las particularidades de este, es el de cadena sincronizada teniendo en cuenta la homogeneidad de información que se requiere en función de la temperatura del producto.

Sin embargo, los cuatro modelos pueden ser aplicados a cadenas puntuales de ciertos productos, considerando que este modelo ideal no contempla limitaciones como la localización geográfica de los miembros de la cadena, el tipo de demanda entendida para productos hortofrutícolas como la estacionalidad de la misma, las características del producto donde se tiene una heterogeneidad total entre productos en fresco, mínimamente procesados y de alto valor agregado, costos del sistema de trazabilidad (Ej. Sistemas de georreferenciación, Tecnologías de identificación de radio frecuencia, monitoreo en tiempo real, etc.), costos de insumos tecnológicos (inventario y transporte refrigerado), cambio organizacional en la consolidación de agronegocios sostenibles y grado de apertura de la información como una ventaja competitiva.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada etapa a través del diseño metodológico secuencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa 1:

Los productos generados por el sector hortofrutícola son la base para estructurar la CP o cadena de valor, a partir del criterio de procesamiento y valor agregado de los mismos. La segmentación propuesta, a partir de la articulación entre eslabones, establece lineamientos de estructuración replicables en diferentes agronegocios y cadenas productivas alrededor de un producto específico. Esto concreta un modelo estándar de CP adaptativo y sistémico para los diferentes agronegocios. En la tabla 2, se establecen los eslabones y segmentos propuestos para la CP hortofrutícola.o.

A partir de la estructuración básica del sector hortofrutícola, se construye un modelo adaptativo para la CP hortofrutícola en el cual pueden identificarse los flujos de material y los flujos de capital entre las diferentes interrelaciones y articulaciones de la cadena. Sin embargo, teniendo en cuenta el impacto que tiene el sector frente al entorno macro de la economía del país, es necesario contemplar dos eslabones o ambientes transversales como lo son el organizacional y el institucional, para la integración de entidades reguladoras, entidades de investigación y normatividades y políticas sectoriales (Figura 1).

Apartir de la caracterización de estos eslabones y la manera como se integran los flujos de material y capital a lo largo de la cadena, se tiene la base para identificar de qué manera se conjugan con la CF. Es importante notar que los proveedores de insumos se convierten en los actores en capacidad de ofrecer un paquete tecnológico en insumos, materiales, equipos entre otros para constituir de manera tangible la CF.

Tabla 2. Caracterización de eslabones y segmentos de la cadena productiva de frutas y hortalizas en Colombia.

Eslabón	Segmentos	Descripción	Variable primaria de segmentación	Otras variable de segmentación
Proveedor de Agro-insumos	<p>Proveedor de Agroinsumos Proveedores de herramientas y maquinarias.</p> <p>Proveedores de material biológico, vegetal.</p> <p>Proveedores de agroquímicos e insumos de transformación.</p> <p>Proveedor de insumos para la industria de alimentos o transformación agroindustrial.</p>	Este primer eslabón de la cadena, agrupa a los integrantes que están relacionados con el suministro de insumos, material de siembra y otros productos como maquinaria e insumos para agroindustria, dirigidos para el eslabón de productores.	Tipo de insumo que proveen	Capacidad logística.
Productor primario	<p>Productores tecnificados</p> <p>Productores no tecnificados</p>	Integra a los productores tecnificados y no tecnificados de productos hortofrutícolas ubicados en las diferentes regiones productoras del país	Nivel tecnológico de la unidad productiva.	Extensión de cultivo. Capacidad productiva
Comercializadores de productos hortofrutícolas en fresco	<p>Comercializadores para el mercado nacional</p> <p>Comercializadores para el mercado internacional.</p>	Integra a los actores encargados de la comercialización de producto en fresco o mínimamente procesado en el mercado nacional e internacional.	Segmento del mercado atendido	Cobertura Capacidad logística
Comercializadores de productos hortofrutícolas para la agroindustria	<p>Acopiadores</p> <p>Comercializador mayorista</p>	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.	Mecanismos de interacción con los eslabones predecesores.	Capacidad logística
Agroindustria de transformación	<p>Transformadores de Nivel I</p> <p>Transformadores de Nivel II</p> <p>Transformadores de Nivel III</p>	Este eslabón agrupa a todas aquellas empresas que tiene como actividad económica el procesamiento de las frutas y las hortalizas	Grado de transformación al producto en fresco.	Demanda del mercado. Cantidad de producción
Comercializadores de productos de la agroindustria	<p>Comercializador de productos a nivel nacional (consumo interno).</p> <p>Comercializador de productos a nivel internacional (exportación).</p>	de encargados de la comercialización, tanto a nivel nacional como internacional. A nivel internacional se encuentran los Traders y Brokers internacionales, mientras que a nivel nacional se comercializa con grandes superficies comerciales, hipermercados, supermercados y empresas procesadoras nacionales.	Mercado especializado	Capacidad logística
Consumidor Final	<p>Consumidor final nacional</p> <p>Consumidor final internacional</p>	Abarca a los agentes económicos y consumidores que demandan cualquiera de los productos transformados o procesados o en fresco de la cadena.	Segmento al que pertenece	Tipo de producto que consume.

Fuente: Elaborado a partir de información encontrada en <http://www.agrocadenas.gov.co>, Agenda Prospectiva de investigación para la CP de Mango (Bonilla 2010), Agenda Prospectiva de Investigación para la Cadena de la uchuva (Bonilla, 2009).

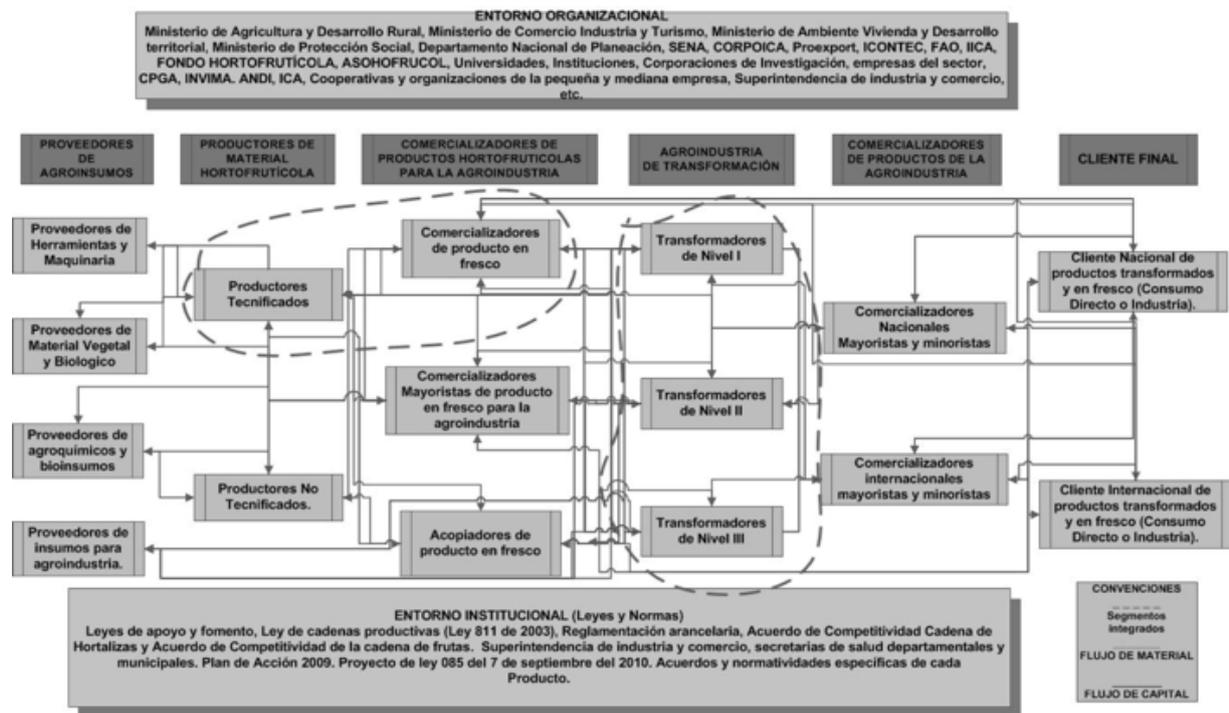


Figura 1. Modelo propuesto para la representación de la Cadena Productiva hortofrutícola.

Fuente: Tomado de (Flórez, 2012)

Dentro del modelo establecido para la CP hortofrutícola, es necesario acotar los eslabones que competen al modelo de cadena de distribución específico para productos en fresco o mínimamente procesados, donde se conjugan las actividades de transporte de material, junto con las operaciones de manejo poscosecha de productos de la cadena constituyen el conjunto de procesos y operaciones a evaluar de manera conjunta frente a la CF.

Etapas 2:

La investigación a nivel mundial de la CF como factor especializado dentro de las cadenas de suministro, se ha desarrollado entorno a la integración de los eslabones a través de los cuales se presenta el flujo de materiales e información, con sistemas de trazabilidad que garanticen la temperatura en cada uno de los puntos críticos de control (PCC), en la tabla 3, se sintetizan los principales modelos de CF considerados para la CP hortofrutícola

Acotando la articulación de la CF como un proceso de transporte desde el punto de vista

operativo, junto con lineamientos estratégicos de control desde la CP, el punto de confluencia es lograr un incremento en la calidad y cobertura del servicio frente a una disminución en los costos, sin embargo la dinámica actual del sector agrícola, enfoca la dinámica logística en un orden multivariado para pequeños lotes de transporte, donde el tiempo de vida útil del producto es directriz de estrategias en cuanto a priorización de órdenes, tiempos, asignación de entregas conjuntas entre otras, en busca de tener a tiempo, con calidad y al menor costo el producto en el eslabón del cliente final.

La integración de factores operativos y estratégicos debe soportarse bajo sistemas de información gerencial, que se convierta en punto de referencia frente a la identificación, seguimiento y control de puntos críticos en la distribución, por medio de la utilización de tecnologías blandas como software especializado para inventarios, ventas, datos de distribución, tiempos, generación de alertas tempranas para disminuir la pérdida de producto.

Tabla 3. Caracterización de modelos de CF afines para la CP hortofrutícola en

Autor	Descriptor	Tecnologías asociadas y herramientas de gestión.	Elementos de interacción con las cadenas productivas.
(Wang, 2008)	Modelo de trazabilidad por unidades productivas	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de trazabilidad a partir del seguimiento de código de barras. • HACCP para la resolución de inconvenientes, como interrupción en el control de temperatura 	<p>Trazabilidad desde el material crudo o fresco, selección, transporte, almacenamiento y ventas.</p> <p>Las operaciones de la CF deben ser las más cortas y rápidas posibles, lo que permitirá una reacción inmediata para reducir pérdidas de material e información en cualquier eslabón.</p>
(Montanari, 2008)	Trazabilidad de la CF por sistemas de identificación de radio frecuencia - RFID (marcos estructurados)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de identificación de radio frecuencia (RFID por sus siglas en inglés) • Etiquetas (TAGS) que registren la temperatura del producto y la temperatura del entorno. 	<p>Automatización posible de las actividades que componen el proceso logístico y distribución (seguimiento de productos en tiempo real a lo largo de los eslabones).</p> <p>Gestión del producto, la información, del sistema tecnológico y de la calibración, abarcando todos los factores de riesgo generados frente al manejo de la temperatura</p>
(Guojun, 2009)	Modelo Sistema de Seguridad para la CF	<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de Eficiencia para la CF. 	<p>Estructura de eslabones básica de la CF abarcando procesos de enfriamiento en: recolección en el origen, enfriamiento previo, procesamiento, almacenamiento, empaque y transporte hasta el consumidor</p>
(Raspor, 2008); (Estrada-Flores, 2008)	Modelo de integración del consumidor o cliente final a la CF.	<ul style="list-style-type: none"> • HACCP • Buenas prácticas de alimentos • Rastreo de posicionamiento geográfico 	<p>Sistema de gestión de productos, por medio de un código único de que registre las condiciones del entorno en tiempo real para su transmisión al cliente o al comercializador.</p>
(Yan & Lee, 2009)	Modelo integrativo de RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías RFID. • Etiquetas inteligentes, sensores de temperatura, sistemas GPS, arquitectura del sistema de monitoreo, diseño del software y del sistema de flujo de información. 	<p>Rastrear los productos de la CP a lo largo de la CF, en las etapas de procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de la cadena de suministros las cuales tienen correspondencia con los eslabones de productores, transformadores, comercializadores y consumidores o cliente final, en tiempo real, donde el manejo de la temperatura como variable crítica de control.</p>
(Kuo, 2010)	Modelo de distribución por nodos y Multitemperaturas..	<ul style="list-style-type: none"> • Integración de tecnología RFID • Análisis de factores energéticos para cadenas de suministro de productos perecederos, que contemplan la necesidad de tener un seguimiento de las pérdidas exergéticas asociadas a los procesos productivos y de transformación 	<p>Acondicionar puntos de transporte logístico para cada eslabón en función de 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.</p>

De los modelos analizados el modelo de Modelo de distribución por nodos y Multitemperaturas y el Modelo integrativo de RFID para los eslabones de la cadena de distribución y productiva, son los más relevantes para la integración.

Etapa 3:

A partir de la caracterización del modelo de integración óptimo para el sector hortofrutícola como lo es la CP de eslabones y segmentos,

junto con la descripción de los modelos de distribución logística en CF pertinentes para la CPHF colombiana, así como de las necesidades puntuales de la misma, discriminadas en las estrategias necesarias para su implementación, es necesario identificar de qué manera se realiza la integración y como se desarrolla el seguimiento necesario para garantizar que la calidad del producto se mantenga en un margen acorde con la normatividad de este

seguimiento y control a los factores TTT.

El monitoreo y control de la temperatura a lo largo del proceso de distribución logístico en la CF hortofrutícola, se relaciona con los intereses particulares en campos como la economía, la innovación, la microbiología, principalmente enfocados en satisfacer los requerimientos del cliente final. A partir del modelo de CP establecido se realiza la identificación de los puntos críticos de control (PPC) en cada uno de los eslabones, como se consigna en la tabla 4.

Desde el punto de vista de las tecnologías duras estructurando los factores tecnológicos y no tecnológicos que implican la consolidación de la CF, dentro de la CP, se pueden definir eslabones para este modelo de distribución adaptativo. Los eslabones que forman esta cadena serían los siguientes: almacenes frigoríficos situados en las zonas productoras; vehículos de transporte frigoríficos; almacenes frigoríficos generales, comerciales y de consumo; transportes frigoríficos urbanos; cámaras y muebles frigoríficos de establecimientos públicos o institucionales, de supermercados y de los detallistas y, el frigorífico doméstico, así como las tecnologías de monitoreo y control de la temperatura y humedad.

Canella (2010), propone que el análisis de los cuatro arquetipos se realice bajo el esquema propuesto del depósito del agua. Los cuatro arquetipos a analizar para la CP, son a saber: Cadena de suministro tradicional, a información compartida, con pedido gestionado por el proveedor y cadena sincronizada (Tabla 5).

Para la CP hortofrutícola nacional, el líquido, serán los productos frescos, mínimamente procesados y procesados, los cuales transitan por la cadena, las válvulas o reglas de pedido son las decisiones que se deben tomar para regular los productos en este caso sujetas a la temperatura y el tiempo de entrega de los mismos, acorde con la capacidad de manejo y

las cisternas, son el inventario y las condiciones de almacenamiento óptimo del mismo.

Los cuatro arquetipos descritos con antelación se presentan en cualquier actividad de logística y son todos extensivos a la CP, sin embargo, sin embargo, el arquetipo ideal teniendo en cuenta las particularidades de esta ya que permite hacer seguimiento a tiempos y temperaturas de entrega.

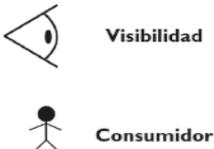
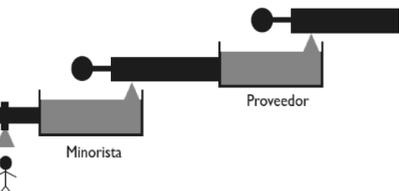
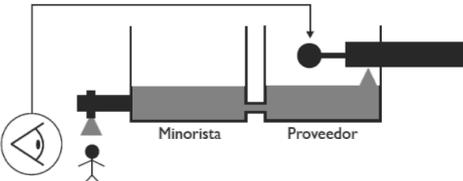
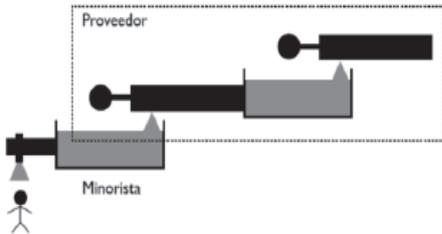
Pese a que los cuatro arquetipos pueden ser aplicados a cadenas puntuales de ciertos productos, teniendo en cuenta que este arquetipo ideal no contempla limitaciones como la localización geográfica de los miembros de la CP, el tipo de demanda entendida para productos hortofrutícolas como la estacionalidad de la misma, características del producto donde hay una heterogeneidad total entre la productos en fresco, mínimamente procesados y procesados, costos del sistema de trazabilidad RFID y TIC, cambio organizacional en la consolidación de agronegocios sostenibles y grado de apertura de la información considerando esta como una ventaja competitiva. En la figura 2, finalmente se tiene que los eslabones de análisis de la CP frente a la CF son los mismos que se contemplan en la cadena logística.

En este sentido el modelo de integración de la CP y la CF, se estructura de manera horizontal entre los segmentos de los eslabones de productores, comercializadores de productos para la agroindustria, agroindustria de transformación, comercializadores de productos de la agroindustria y cliente final, se manejan bloques de integración para estos 3 eslabones, donde el eslabón de comercializadores integra los segmentos correspondientes a la CP de comercializadores y transformadores. La numeración de 1 a 4, tipifica las actividades de la CF que se contemplan en los segmentos integrados, para almacenamiento, manipulación, comercialización. El flujo de material e información va de izquierda

Tabla 4. Puntos Críticos de Control identificados para los eslabones de la Cadena Productiva hortofrutícola en Colombia.

Eslabón	Definición del eslabón	PPC
PRODUCTORES PRIMARIOS	Actividades y etapas que comprenden la conformación de producto, desde la perspectiva agroindustrial, determina la calidad inicial del producto que ingresa a la cadena de suministro al igual que a la cadena de frío, las cuales comprenden desde la siembra, sostenimiento, fertilización, mantenimiento, recolección, clasificación y selección	El punto crítico de control de este eslabón, son los manejos o buenas prácticas agrícolas junto con los criterios de selección frente al producto a comercializar, los cuales acorde con la normatividad colombiana, se sugiere o deben estar sujetos a las disposiciones de la NTC respectiva, así como los criterios establecidos por el nicho de mercado al cual va dirigido, junto con los de los actores encargados de la distribución.
COMERCIALIZADORES DE PRODUCTOS EN FRESCO O MÍNIMAMENTE PROCESADOS DE LA AGROINDUSTRIA	Los comercializadores de productos agrícolas en fresco de la agroindustria, son aquellos que constituyen el canal directo entre el producto recién clasificado y seleccionado y el cliente final	Dado que no se manejan ningún tipo de aditivos, ni conservantes, solo se cuenta con la tecnología para conservar la temperatura de preservación en un tiempo determinado, el punto crítico de control para este eslabón, es la temperatura de refrigeración o congelación la cual depende del sitio de destino del producto de consumo, así como la manipulación en la salida y entrega del mismo
COMERCIALIZADORES DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA LA AGROINDUSTRIA.	Gran parte de los productos agrícolas en fresco provenientes del eslabón de productores primarios, se destinan para la agroindustria de transformación, donde se efectúan procesos de valor agregado en cuanto a transformación del insumo recibido, obteniendo productos que van desde jugos, pulpas, mermeladas, hasta yogures, cereales, entre otros.	Nuevamente el punto crítico de control es el manejo de temperatura durante el transporte a las unidades productivas, el almacenamiento en las mismas, y los posibles choques térmicos durante la manipulación del producto
PRODUCTORES PRIMARIOS	Actividades y etapas que comprenden la conformación de producto, desde la perspectiva agroindustrial, determina la calidad inicial del producto que ingresa a la cadena de suministro al igual que a la cadena de frío, las cuales comprenden desde la siembra, sostenimiento, fertilización, mantenimiento, recolección, clasificación y selección	El punto crítico de control de este eslabón, son los manejos o buenas prácticas agrícolas junto con los criterios de selección frente al producto a comercializar, los cuales acorde con la normatividad colombiana, se sugiere o deben estar sujetos a las disposiciones de la NTC respectiva, así como los criterios establecidos por el nicho de mercado al cual va dirigido, junto con los de los actores encargados de la distribución.
AGROINDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN	Eslabón con el más alto grado de desarrollo tecnológico, acorde con la exigencia de los productos esperados por los mercados objetivos de cada aparato productivo, así como los criterios de calidad del consumidor	El factor crítico de control es la calidad del producto en fresco recibido por el eslabón de comercializadores para la agroindustria y los controles de temperatura realizados hasta la introducción del mismo al proceso productivo, sin embargo es importante contrarrestar la información recibida antes del proceso de transformación a través de pruebas de trazabilidad a nivel laboratorio, que garanticen la calidad del lote..
COMERCIALIZADORES DE PRODUCTOS DE LA AGROINDUSTRIA	Eslabón con el más alto grado de desarrollo tecnológico, acorde con la exigencia de los productos esperados por los mercados objetivos de cada aparato productivo, así como los criterios de calidad del consumidor	En este punto se articulan, las BPM, BPD, HACCP y los factores tecnológicos necesarios para garantizar calidad.
CLIENTE FINAL	El cliente final último eslabón de la cadena productiva, orientador de las prácticas de calidad a través de toda la cadena, es el encargado de valorar desde la perspectiva del consumo el valor del producto, donde existe el riesgo de un mal manejo por parte del mismo que afecte de manera subjetiva la percepción real del mismo	El punto crítico de control es el manejo del producto desde la salida de la unidad de comercialización hasta llegar al hogar.

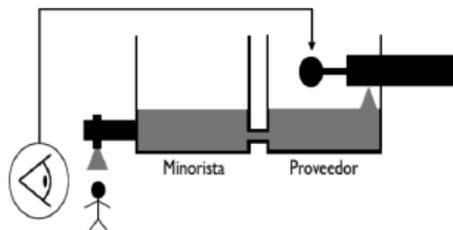
Tabla 5. Análisis de los cuatro arquetipos de Cadenas de suministros frente a los eslabones base de la cadena productiva.

Modelo	Características	Modelo de análisis
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralizada • Maximizar objetivos locales • Decisiones sobre datos in situ. • Información solo entre eslabones directos. • Baja creación de valor para el cliente final. • Retrasos en t dado por un ineficiente flujo de información. • Variabilidad de la demanda 10%, variabilidad de las ordenes de producción 26% • Necesidad de usar abastecimiento amortiguado para su éxito. • Busca la confidencialidad de información. 	 <p data-bbox="1027 417 1206 438">Flujo de productos</p> <p data-bbox="1027 519 1182 540">Regla de pedido</p> <p data-bbox="1027 604 1126 625">Inventario</p>  <p data-bbox="1082 789 1150 810">Proveedor</p> <p data-bbox="906 842 975 863">Minorista</p>
Cadena compartida	<ul style="list-style-type: none"> • Pedidos de forma independiente en los eslabones y segmentos. • Acceso a la información real de la demanda del cliente. • Pedidos al proveedor con base en el conocimiento de la demanda del cliente final. • No hay incertidumbre entre los eslabones. • Reducción en la variabilidad de las órdenes en un 20%. • Reducción de costos entre un 8% y un 19% en almacenamiento y atención al cliente • Descentralizada 	<p data-bbox="628 927 1401 1002">La regulación de la información y del flujo de material está dada por el proveedor, donde este controla el pedido del minorista teniendo en cuenta que no conoce el volumen real que necesita el cliente final.</p>  <p data-bbox="922 1140 991 1161">Minorista</p> <p data-bbox="1054 1140 1123 1161">Proveedor</p> <p data-bbox="628 1225 1401 1385">Dentro del modelo de la CPHF, la integración de inventarios unificados para satisfacer pedidos se de manera puntual en la articulación de algunos segmentos de eslabón, lo cuales generan una cadena colaborativa dentro del modelo. En este caso existe comunicación directa entre los comercializadores y los transformadores para el manejo de las cantidades de los productores, así como el control en tiempo real del flujo de material</p>
Gestión del proveedor	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura centralizada • El proveedor regula los pedidos del minorista. • Lógica de pedidos similar al modelo tradicional. • Delegación de los procesos de decisión. • No se generan procesos sincronizados pese al acceso a la información. • La producción no coincide con la demanda. • Usos de prácticas colaborativas como inventario manejado por el proveedor. 	 <p data-bbox="879 1544 948 1566">Minorista</p> <p data-bbox="871 1544 940 1566">Proveedor</p> <p data-bbox="628 1789 1401 1917">La integración de eslabones de manera horizontal, se presenta en los segmentos, donde algunos productores se articulan con transformadores y/o comercializadores para tener un inventario unificado en términos de la demanda del cliente final, esto limita la heterogeneidad de la calidad del producto, pero disminuye la cobertura de actores dado que no todos manejan niveles tecnológicos similares.</p>

Continuación tabla 5

Cadena Sincronizada

- Modelo centralizado
- Pedidos en tiempos homogólogos.
- Logística en tiempo real
- Información sincronizada de inventarios, producto en movimiento y ventas.
- Ordenes de producción en función de la demanda.
- Todos los inventarios de la cadena se consideran un único inventario
- Regulación de todos los flujos de material e información
- Disminución del efecto látigo
- Disminución de costos en un 50%



La integración de inventarios unificados para satisfacer pedidos se de manera puntual en la articulación de algunos segmentos de eslabón, lo cuales generan una cadena colaborativa dentro del modelo. En este caso existe comunicación directa entre los comercializadores y los transformadores para el manejo de las cantidades de los productores, así como el control en tiempo real del flujo de material

a derecha y se tiene de derecha a izquierda retroalimentación de información. En este punto se identifican cuatro puntos críticos de control como máximo en el modelo de la integral de la CP hortofrutícola y la cadena de frío HF, sujetos de ser gestionados a través del análisis HACCP*. Teniendo en cuenta el modelo establecido en la figura 2, los PCC a controlar son:

- Productores (PCC interno): durante la manipulación inicial después de las etapas de cosecha, manejo post cosecha de producto en fresco, control de las propiedades fisicoquímicas, madurez, vida útil, empaques y embalaje desde la unidad productiva hasta almacenamiento inicial o transporte según se articule la CP de eslabones y segmentos.
- Productores (PCC externo): condiciones de almacenamiento, frente al transporte del producto en fresco al eslabón integrado de comercializadores o de manera directa al cliente final si este requiere producto en fresco.
- Comercializadores (PCC interno, segmento de comercializadores en fresco): la manipulación del producto en fresco por parte de comercializadores debe cumplir

con un control de la trazabilidad del producto recibido frente a los requisitos del cliente final, o de los eslabones integrados subsecuentes, tecnología como RFID puede ser integrada desde este punto de la cadena.

- Comercializadores (PCC interno, segmento de transformadores): teniendo en cuenta que en este eslabón se incrementa el valor agregado dependiendo del grado de transformación del producto en fresco, la especificidad del manejo de la temperatura en manipulación y almacenamiento depende de los procesos a los que se somete el producto. RFID dentro de las unidades de refrigeración es recomendable
- Comercializadores (PCC interno, comercializadores de productos de la agroindustria): la etapa de distribución de productos transformados debe ser efectuada en transporte especializado acorde con las condiciones de almacenamiento requeridas para cada producto en las unidades de comercialización. Tecnología RFID requerida
- Comercializadores (PCC externo, segmento de comercializadores en fresco): este primer punto de control externo depende del tiempo

La metodología HACCP es un análisis sistemático de cada una de las etapas involucradas en un proceso para establecer situaciones de riesgo que puedan alterar la inocuidad del alimento, para establecer medidas de control y está diseñado para minimizar el riesgo. Para el caso puntual de la cadena hortofrutícola integrada a la cadena de frío, es el control del incremento o deceso intempestivo de la temperatura ocasionando pérdida de producto y la calidad del mismo. El análisis HACCP estándar sigue siete pasos básicos: (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.

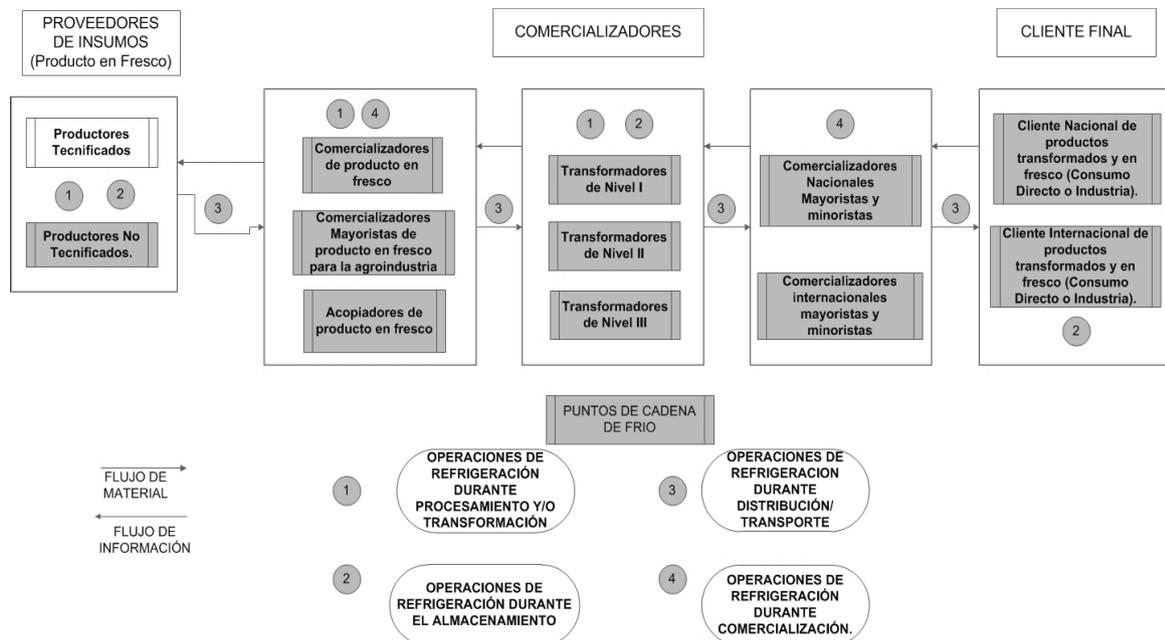


Figura 2. Modelo integrado de la Cadena de frío a la cadena productiva hortofrutícola.
Fuente. Autor

de transporte desde la comercialización al eslabón integrado de destino, en términos de las condiciones iniciales de refrigeración o congelamiento y las condiciones finales, para tener en cuenta el tiempo. Manipulación donde se rompe la CF entre la salida del transporte y la llegada al destino final. Esto depende de la veracidad de los datos entregados de izquierda a derecha en la cadena, se recomienda tecnologías RFID.

- Comercializadores (PCC externo, segmento de transformadores): de manera homologa al análisis anterior, solo cambia la tipificación del producto en seguimiento en la fase de almacenamiento y transporte.
- Comercializadores (PCC externo, comercializadores de productos de la agroindustria) homologa al análisis anterior, solo cambia la tipificación del producto en seguimiento en la fase de almacenamiento. La fase de transporte solo se contempla para el cliente final internacional.
- En cuanto al cliente final, la CF tiene en este punto su mayor déficit en cuanto a PCC

teniendo en cuenta que la manipulación del mismo depende del mismo, del propósito de uso y de las instalaciones con que se cuenta, en particular para el cliente final nacional.

Como se ha evidenciado a través del análisis y construcción del modelo de la CP, el modelo de la CF, el modelo de la CdS, para finalmente llegar al modelo integrativo de la CF y la CP, en específico para el sector hortofrutícola, la variable de seguimiento en cuanto a trazabilidad de material, información, calidad y control por HACCP para los PCC es la temperatura, la cual incide directamente en el producto en términos de proceso, transporte, almacenamiento, viéndose reflejada en términos organizacionales en costos, productividad y competitividad.

El fortalecimiento de un sector con niveles de heterogeneidad a lo largo de toda la cadena de valor, de cualquier aparato productivo como lo es la CP hortofrutícola, presupone la necesidad de identificar y caracterizar los niveles de interacción frente a un objetivo o visión compartida que es entregar al cliente final un producto

inocuo, organolépticamente diferenciado y en las cantidades y calidades requeridas así

El análisis de las interacciones de eslabones y segmentos que pueden ser tipificadas para cualquier producto hortofrutícola desde su presentación en fresco hasta productos con valor agregado como pulpa, néctares, jugos y yogures, permite proponer esquemas de asociatividad impulsados por lineamiento de política pública para cadenas productivas, logrando acceder a recursos de financiación para el desarrollo tecnológico con mayor facilidad dentro de las áreas prioritarias establecidas en los acuerdos de competitividad del sector y en los esquemas de los TLC.

La temperatura, la humedad y el tiempo son las variables claves de control de los productos hortofrutícolas, estas pueden ser controladas, monitoreadas y modificadas a través de la CF como herramienta de integración tecnológica en proceso y producto directamente ligada a las actividades de almacenamiento y transporte propias de los modelos de distribución logística e inventarios que hacen parte de la cadena de suministros como parte integral de la CP, lo que le permite a estas trascender de una vocación de comercio interno a un enfoque de exportación.

El análisis de los modelos de CF adaptados para la comercialización de productos hortofrutícolas a nivel mundial, el grado de pertinencia frente a la trazabilidad de las variables propuestas a través del HACCP y los PCC como método de seguimiento e identificación, permitió identificar los modelos logísticos, de distribución, que contemplan tanto almacenamiento como transporte refrigerado a lo largo de los diferentes actores de la cadena de suministro, para garantizar la conformación de CF en términos de procesos y procedimientos.

Por otra parte, teniendo en cuenta que parte del grado de innovación de la metodología de cadenas productivas, son las integraciones

horizontales y verticales de segmentos de eslabón para la conformación de clústeres que optimicen los flujos de material e información, el arquetipo óptimo para esta característica de las cadenas es el de cadena sincronizada el cual es coherente con el HACCP como herramienta de anclaje del modelo de CP con los modelos de CF propuestos

La consolidación del modelo de CP, la identificación del arquetipo de cadena sincronizada, óptimo para poder adaptar los modelos de cadena de frío identificados para el manejo de alimentos y productos con grado de perecibilidad por temperatura, a través de PCC permite la articulación necesaria con la cual se formula el modelo de integración de la CP hortofrutícola con la CF (Figura 2), como un estándar sobre el cual a través de PCC se pueden establecer los insumos tecnológicos y no tecnológicos para optimizar la cadena de distribución.

Finalmente la cadena de frío como alternativa para el fortalecimiento del sector agroindustrial colombiano frente a la demanda internacional y nacional de volúmenes cada vez mayores de productos agroindustriales con criterios de calidad rigurosos, no debe limitarse al análisis y pertinencia de los modelos o no que puedan ser integrados, a las cadenas productivas nacionales como mecanismos de impulso tecnológico, sino deben ser sujetos de evaluación, caracterización e implementación en unidades reales, desde el punto de vista de la transferencia y adaptación de tecnologías pertinentes que garanticen de manera global desde la cadena de suministro como establece (Herrera, 2008): *“...armonizar todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes desde la etapa de las materias primas hasta el usuario final en los dos sentidos, desde arriba y hacia abajo dentro de la cadena de abastecimientos...”*, con el objetivo de garantizar incremento en los indicadores de competitividad y productividad a nivel sectorial, de cadena y empresa.

CONCLUSIONES

El modelo de integración CP-CF propuesto retoma de manera sistémica aquellos esquemas desarrollados con antelación, reflejando los aportes de cada uno y solventando los aspectos no contemplados, dentro de la metodología de análisis, se convierte en el mapa de estudio sobre el cual se deben implementar las mejoras identificadas en los diagnósticos y caracterizaciones del sector.

La temperatura, la humedad y el tiempo son las variables claves de control de los productos hortofrutícolas, estas pueden ser controladas, monitoreadas y modificadas a través de la cadena de frío como herramienta de integración tecnológica en proceso y producto.

Es necesario que se elabore un modelo adaptativo entre la cadena de frío, la cadena productiva y la cadena de suministros, que contemple no solo el factor tecnológico, sino también los factores de costos, factores de inventarios, redes de distribución, tipos de vehículos, costos logísticos detallados, metodologías de seguimiento y trazabilidad a productos.

Dentro de los aspectos relevantes a nivel técnico, identificados durante el análisis de la cadena hortofrutícola, se tiene que dentro del manejo de la cadena de frío, es necesario considerar dentro de estudios de la oferta tecnológica tanto nacional como internacional en términos de unidades de refrigeración móviles (Transporte Refrigerado), unidades de refrigeración estáticas (Cuartos y cabinas con acondicionamiento de aire frío), tecnología de empaques funcionales, entre otras, óptimas para cada eslabón de la cadena y preferiblemente para cada segmento, en atención a la diversidad de productos que se pueden manejar por niveles de transformación como factor de valor agregado y ventaja competitiva.

REFERENCIAS

- Asohofrucol y MADR. 2011.** Plan frutícola y hortícola nacional. Bogotá D.C: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Beilin, L. 2004.** Food maintains freshness with the cold chain. Chemical industry publishing house.
- Bonilla, M., Arias, P., Landínez, L., Moreno, J., Cardozo, F., y Suárez, M. 2009.** Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la cadena productiva de la Uchuva en Fresco para Exportación en Colombia. Bogotá D.C: Giro Editores Ltda.
- Bonilla, M., Arias, P., Chica, J., Mejía, A., y Landínez, L. 2010.** Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de mango criollo procesado para exportación en Colombia. Bogotá D.C: Giro Editores Ltda.
- Cannella, S. 2010.** Los Cuatro Arquetipos de la Cadena de Suministro. *Universia Business Review*, 134-149.
- Castellanos, O., Torres, L. y Flórez, D. 2010.** Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo para la Cadena Productiva de la Panela y su agroindustria. Bogotá D.C: Giro Editores Ltda.
- Castro, A. 2006.** Taller de Prospectiva en cadenas productivas. Taller de Prospectiva en cadenas productivas. Bogotá D.C: IICA- Instituto interamericano de cooperación agrícola.
- Castro, A. y Lima, S. 2001.** Análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias. Lima: EMBRAPA.
- Castro, A., Lima, S., Goedert, W., Freitas, A., y Vasconcelos, J. 1998.** Cadeias productivas e Sistemas Naturais Prospeccao Tecnológica. Brasilia: Embrapa.
- Cruz, R. 2009.** Effect of cold chain temperature abuses on the quality of frozen watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). *Journal of Food Engineering*, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.03.006>

- Cuevas, R. 2005.** Diagnóstico Prospectivo de la cadena de leche de vaca en el estado de Hidalgo. Hidalgo, México: Informe técnico sin publicar INIFAP y Fundación Hidalgo Produce A.C.
- Estrada, S. 2008.** RFID Technologies for Cold Chain Applications. Intergovernmental organization for the development of refrigeration bulletin 4, 4-8.
- Fischer, C., Gonzalez, M. Henchion, M., y Leat, P. 2007.** Trust and economic relationships in selected European agrifood chains. *Acta Agriculturae Scand Section C*, 4(1), 40-48. <https://doi.org/10.1080/16507540701192543>
- Fischer, C., Hartmann, M., Reynolds, N., Leat, P., Revoredo-Giha, C., Henchion, M., y Gracia, A. 2008.** Agri-food chain relationships in Europe-Empirical evidence and implications for sector competitiveness. In 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists (EAAE), Mathijs E., Verbeke W., de Frahan BH (eds.), Ghent, Belgium.
- Flórez, D. 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. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Maestría
- Flórez, D y Cifuentes, H. 2013.** An Exergetic Cold Chain Methodological Analysis on Horticultural Productive Chains to Evaluate Productivity and Competitiveness: Study Case Andean Blackberry. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 16-28.
- Friend, A. 2001.** Cold Chain for Agricultural Products in Rwanda. Kigali, Rwanda: Agricultural Analyses and Design. United States Agency for International Development. Chemonics international, inc.
- Fuller, R. 1998.** Cold Store: Equipment and Maintenance. En *A Practical Guide to the Cold Chain From Factory to Consumer* pag 5-15
- García, M., y Poole, N. 2004.** The development of private fresh produce safety standards: implications for developing Mediterranean exporting countries. *Food Policy*, 229-255. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2004.04.002>
- García, J. 2009.** Estrategias de cooperación de los productores de frutas y hortalizas. Una cooperación trasatlántica. *CIRIEC-Revista económica*, 193-216.
- Guojun, J. 2009.** Research on the Security of Cold-Chain Logistics. *IEEE*, 757-761. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2009.5174982>
- Herrera, O. 2008.** Análisis cualitativo desde la perspectiva de la gestión del conocimiento en la cadena de abastecimiento de alimentos. *Revista Ciencias Estratégicas*, 265-279.
- Jol, S. 2007.** The Cold Chain, one link in Canada's food safety initiatives. *Food Control*, 713-725. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.03.006>
- Kuo, J. 2010.** Developing an advanced Multi-Temperature Joint Distribution System for the food cold chain. *Food Control*, 559-566. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.08.007>
- Likar, K. 2006.** Cold chain maintaining in food trade. *Food Control*, 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.009>
- MADR, 2016.** Siembra. Obtenido de Sistema de información de innovación agropecuaria: <http://www.siembra.gov.co/>
- Montanari, R. 2008.** Cold Chain Tracking: A Managerial Perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 425-431. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.03.009>
- Raspor, P. 2008.** Total food chain safety: How good practices can contribute? *Trends in Food Science Technology*, 405-412. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.08.009>

- Rediers, H. 2009.** Evaluation of the cold chain of fresh-cut endive from farmer to plate. *Postharvest Biology and Technology*, 257-262. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.07.017>
- Rodríguez, V., Amorro, I., y Álvarez, J. 2011.** Setting parameters in the cold chain. *Tecnura*, 71-81.
- 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.
- Viteri, M. 2003.** Logística en la cadena de frutas y hortalizas frescas. *IDIA XXI Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario*, 176-180.
- Wang, L. 2008.** A Research on Related Questions of Chinese Food Cold Chain Development," in. *International Conference on Management of e-Commerce and e-Government*, págs. 18-21.
- Yan, B., y Lee, D. 2009.** Application of RFID in Cold Chain Temperature Monitoring System. *ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management*, págs. 258-261. <https://doi.org/10.1109/CCCM.2009.5270408>