

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



La cadena de frío y sus impactos ambientales en las empresas hortofrutícolas en Colombia

Asistente de Investigación (Trabajo de Grado)

Daniella González Alzate

Administración de Negocios Internacionales

Bogotá

2022

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



La cadena de frío y sus impactos ambientales en las empresas hortofrutícolas en Colombia

Asistente de Investigación (Trabajo de Grado)

Daniella González Alzate

Clara Inés Pardo Martínez

Administración de Negocios Internacionales

Bogotá

2022

Tabla de contenido

Glosario.....	7
Resumen.....	9
Abstract.....	10
1. Introducción	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Justificación	12
1.3. Objetivos	13
1.4. Alcance y vinculación con el proyecto del profesor	13
2. Marco teórico y conceptual.....	15
2.1. La horticultura como subsector agrícola	15
2.2. Gremios y empresas hortofrutícolas	17
2.3. Logística del sector Hortofrutícola.....	18
2.4. Cadena de frío, sus procesos y sistemas de refrigeración en la industria.....	20
2.5. Principales problemas de contaminación ambiental	22
2.6. Potenciales de este sector en el país	23
3. Conclusiones.....	30
4. Recomendaciones	31

5. Bibliografía..... 33

Lista de Tablas

Tabla 1.....	24
Tabla 2.....	25

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1.....	28
Ilustración 2.....	29

Glosario

Agricultura: hace referencia al cultivo de granos, cereales y vegetales; es una de las principales y más importantes actividades para la subsistencia del ser humano, por lo cual la producción de esta ha sido siempre importante en la economía de cualquier región del mundo (Mendoza Roca et al., 2015).

Cadena de frío: es el conjunto de acciones logísticas dirigidas a controlar la calidad de un bien fresco o perecible desde su extracción o fabricación hasta que llegue al consumidor final. Estas acciones se realizan mediante el control de temperatura, de humedad, de aislamiento térmico, para impedir que se alteren las características naturales del bien durante el transporte, trasbordo y distribución final (Mendoza Roca et al., 2015).

Cadena de frío para productos alimenticios perecederos (CfPFP): es una cadena logística ambientalmente controlada, que conecta la granja con la mesa y consta de actividades como clasificación, clasificación, lavado, secado, pre enfriado, almacenamiento y distribución. Es necesario conectar a los agricultores con el mercado y, por lo tanto, aportar valor a la cosecha proporcionando un uso final más valioso (Vrat et al., 2018).

Horticultura: la horticultura en Colombia comprende las áreas de floricultura, fruticultura, olericultura, producción de plantas aromáticas y medicinales y la horticultura urbana (Lasprilla, 2011).

Modelado de temperatura: un sistema de monitoreo de logística de cadena de frío con modelado de temperatura indica que, al usar el método de interpolación de Lagrange en tres dimensiones, la temperatura en cualquier parte de la carrocería del vehículo de la cadena de frío

se puede estimar con precisión. La información incluye la latitud y la longitud del vehículo de la cadena de frío y refleja la ubicación geográfica del vehículo en esta (Wang et al., 2020).

Postcosecha preventiva: debe conocer cuál ha sido el ambiente postcosecha, el comportamiento varietal, el estado de madurez a la cosecha, las prácticas postcosecha como el manejo del frío, entre otros (Medina Ramírez, 2009a).

Productos perecederos: Los productos perecederos son aquellos que comienzan a descomponerse de manera sencilla. Agentes como la temperatura, la humedad o la presión son determinantes para que el alimento comience su deterioro. Cualquier producto que degrade su calidad con el tiempo se considera perecedero, debido a que puede perder sus propiedades fisicoquímicas por efectos del aire y el calor, lo cual permite la formación de microorganismos que pueden conducir a la descomposición del producto (Mendoza Roca et al., 2015).

Refrigeración: Es un método de conservación que permite conservar los alimentos durante un tiempo relativamente corto (días-semanas) puesto que la temperatura de refrigeración reduce considerablemente la velocidad de crecimiento de los microorganismos (Mendoza Roca et al., 2015).

Transporte de carga sostenible (SFT): Diseñó un sistema de transporte de alimentos frescos con el objetivo de minimizar las emisiones ambientales junto con los costos operativos, minimizando los costos durante la gestión de inventario de productos perecederos y un sistema completo de distribución de alimentos y estimó el impacto económico de las emisiones de gases de efecto invernadero (Vrat et al., 2018)

Resumen

Durante los semestres académicos 2020-II a 2021-I hice parte del proyecto La cadena de frío y sus impactos ambientales en las empresas de horticultura en Colombia como asistente de investigación. En el presente trabajo se resume mis principales hallazgos de la revisión de literatura y estado del arte de la industria hortofrutícola y su logística de cadena de frío al igual que se identifican posibles oportunidades de mejora.

La horticultura, la cual comprende cultivos de frutas, hortalizas, hierbas y plantas, requiere de un manejo adecuado de cosecha, distribución y almacenamiento. Al ser sus productos perecederos, la correcta cadena de frío es crucial para llevar el producto de la huerta a la mesa. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas nacionales presentan dificultades en consolidar una cadena de frío sofisticada por los altos costos en tecnología y la precaria infraestructura vial a las principales ciudades obstaculiza la logística de distribución.

Asimismo, se identificaron los impactos ambientales generados por los refrigerantes para así encontrar alternativas tanto tecnológicas como de planeación para minimizar la huella ambiental del proceso productivo. Por último, se reconoce el gran potencial exportador de esta sub-industria agrícola en cuanto a productos como piñas, dátiles, aguacates y tubérculos.

Palabra clave: Agricultura, Horticultura, Logística de la Cadena de Frío, Productos Perecederos, Sostenibilidad.

Abstract

During the academic semesters 2020-II to 2021-I, I was part of the project The cold chain and its environmental impacts in horticulture companies in Colombia as a research assistant. This paper summarizes my main findings from the literature review and state of the art of the fruit and vegetable industry and its cold chain logistics, as well as possible opportunities for improvement.

Horticulture, which includes crops of fruits, vegetables, herbs and plants, requires proper management of harvest, distribution, and storage. As its products are perishable, the correct cold chain is crucial to bring the product from the garden to the table. However, small, and medium-sized national companies have difficulties in consolidating a sophisticated cold chain due to high technology costs and the precarious road infrastructure to the main cities hinders distribution logistics.

Likewise, the environmental impacts generated by refrigerants were identified to provide both technological and planning alternatives to minimize the environmental footprint of the production process. Finally, the great export potential of this agricultural sub-industry is recognized in terms of products such as pineapples, dates, avocados, and tubers.

Keywords: Agriculture, Horticulture, Cold-chain Logistics, Perishables, Sustainability

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema

A raíz de la crisis climática de las últimas décadas, nos hemos visto en la necesidad de investigar y evaluar las actividades productivas y hábitos de consumo. Es bien sabido que los procesos industriales son altamente contaminantes que generan problemáticas socio ambientales y las actividades agrarias no son una excepción.

La agricultura moderna intensiva tiene repercusiones ambientales en: la atmósfera, ciclos climáticos, recursos hídricos, suelo, biodiversidad de especies, salud pública, consumo, generación de residuos y paisajes. A pesar de que la agricultura en Colombia no sea altamente tecnificada, si es intensiva. El hecho de que los procesos productivos sean más tradicionales tiene otras implicaciones en cuestión de manejo de residuos, recursos hídricos, erosión del suelo y cambios en el paisaje.

Uno de los problemas ambientales más importantes en la industria agrícola tiene que ver con el desperdicio de comida por las malas prácticas de cultivo y logística al igual que la baja demanda en los mercados. Es aquí donde una correcta cadena de frío se hace vital para mantener los alimentos frescos y reducir el desperdicio de alimento. No obstante, la misma cadena de frío consume grandes cantidades de energía y los métodos de refrigeración pueden ser altamente contaminantes si no siguen los protocolos internacionales.

A pesar de los esfuerzos en reemplazar los componentes químicos dañinos como los CFC's de los líquidos refrigerantes por alternativas más sustentables, este cambio sigue siendo una realidad distante en nuestro país. Los sistemas de refrigerado altamente

tecnificados, que son mucho más amigables con el ambiente, son poco accesibles para pequeñas empresas por sus altos precios de venta y costos de mantenimiento.

De aquí nace la necesidad de investigar las dinámicas actuales de la logística de cadena de frío en nuestro país, sus eslabones, tendencias y tecnología utilizada, en miras de determinar su impacto ambiental para implementar soluciones viables.

1.2. Justificación

Comprometidos en cumplir con la agenda 2030 en materia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), nos encontramos en necesidad de generar un diagnóstico constante de las condiciones socioambientales del país. Como se mencionó anteriormente, la agricultura tiene un impacto significativo no sólo en la economía sino en la misma huella ambiental. En consecuencia, es imperativo recolectar información tanto de las dinámicas logísticas de las empresas agro-productivas colombianas como de sus impactos al medio ambiente para así crear reportes que sirvan de base comparativa y herramienta analítica para alcanzar los ODS.

Más allá de esto, es importante profundizar la investigación en las empresas hortofrutícolas en cuestión de cadena de frío para identificar las condiciones actuales del mercado, los retos y los caminos que faltan por recorrer para llegar a la deseada sostenibilidad operativa. De igual forma, conocer las tecnologías y métodos utilizados en la industria nos da la oportunidad de formular propuestas de mejora para así fomentar la competitividad empresarial y potencializar el sector.

De una investigación como esta se beneficiarán tanto las pequeñas y medianas empresas del sector hortofrutícola en Colombia por los resultados y propuestas de mejora como en

mismo Ministerio de Ambiente e instituciones educativas con este nuevo insumo académico.

1.3. Objetivos

El objetivo general de mi labor como asistente fue de clasificar y consignar los datos requerido para apoyar las actividades para el desarrollo del proyecto. Respecto a los objetivos específicos, mi trabajo se encaminó a crear una base teórica de la logística de cadena de frío de la industria hortofrutícola en Colombia y generar una base de datos con información de contacto que sería el insumo del grupo objetivo para realizar posteriormente la encuesta sobre sus sistemas de refrigeración.

1.4. Alcance y vinculación con el proyecto del profesor

Durante dos semestres académicos (2020-II a 2020-I) con una carga laboral de 132 horas en total, formé parte del equipo de investigación liderado por la profesora Clara Inés Pardo Martínez de la Facultad de Administración para desarrollar la investigación sobre los Impactos Ambientales de la Cadena de Frío de las empresas hortofrutícolas en Colombia.

Al realizar una revisión de literatura en diferentes bases de datos sobre el almacenamiento en frío y distribución de los productos perecederos de esta sub-industria, se identificaron tendencias en la cadena de frío y el grado de tecnificación empleado. De la misma forma, estudios anteriores de universidades nacionales y artículos de revistas científicas brindaron detalles sobre las dinámicas de la logística para productos hortofrutícolas mediante estudios de caso.

Mi papel fundamental fue de recolectar información valiosa de artículos de revistas del gremio, publicaciones científicas, estudios de caso, conferencias y libros donde se exponía tanto las características de la cadena de frío para empresas hortofrutícolas como de nuevas tecnologías y estrategias para mantener las óptimas condiciones del proceso y reducir los impactos ambientales.

Asimismo, se creó una base de datos en Excel con toda la información de contacto de las principales empresas Hortofrutícolas del país y asociaciones gremiales para posteriormente realizar una encuesta estructurada. Por dificultades en consolidar reuniones presenciales con el profesional encargado de la cadena de frío, la encuesta tuvo que ser realizada de manera virtual vía Google Forms o en Microsoft Word enviada por correo electrónico.

Mi trabajo de apoyo consistió en llamar a los números de contacto para verificar si completaron la encuesta con el fin de seguir con el siguiente paso que era la revisión del equipo de refrigeración por parte de un ingeniero encargado. La realización de esta más la revisión del sistema de refrigerado fue fundamental para crear un diagnóstico de la tecnología utilizada, o la falta de ella, en la cadena de frío para los productos hortofrutícolas.

Esta revisión del estado del arte sirvió como una base teórica para el proyecto al conocer las principales dinámicas operativas del gremio. El *paper* por el cual trabajé como asistente de investigación no sólo hará parte del repositorio de la Universidad del Rosario, sino que servirá de insumo para el Ministerio de Ambiente y de Desarrollo Sostenible en materia de gestión logística de la cadena de frío para pequeñas y medianas empresas del creciente subsector, tanto para la ciudad de Bogotá como para nivel país. De este nuevo recurso académico se beneficiará la universidad, estudiantes, profesores, el Ministerio y hasta las pequeñas y medianas empresas del sector hortofrutícola con sus hallazgos.

Realizando mis actividades de apoyo pude desarrollar las competencias básicas para participar en la elaboración de proyectos de investigación utilizando diferentes técnicas de recolección de datos y generación de encuestas. Este primer acercamiento con la investigación académica fue, en definitiva, experiencia muy enriquecedora para mi vida profesional en cuanto me permitió familiarizarme con los protocolos y requerimientos técnicos para la creación de una publicación académica.

2. Marco teórico y conceptual

2.1. La horticultura como subsector agrícola

Colombia es un país agrícola y un referente mundial de estos productos. Se entiende como Agricultura las actividades y procesos encaminados al cultivo de granos, frutas, cereales y vegetales, entre otros; es una de las principales y más importantes actividades para la subsistencia del ser humano, por lo cual la producción de esta ha sido siempre importante en la economía de cualquier región del mundo.

Para el 2018, las ventas internacionales de café alcanzaron el 5,43% del total de exportaciones, 2,42% las de banano y 1.63% las de frutas tropicales (Emis, 2021a). Asimismo, los productos agrícolas en el mercado interno también tienen gran protagonismo en la economía colombiana. Según la base de datos de Emis University, la industria agrícola (111) cuenta con 2691 empresas las cuales generaron 15,250,063,000 millones de pesos en ventas en el 2019 con una utilidad de 157,861,438 millones. Tienen alrededor de 128,426 empleados y sus actividades generan una rentabilidad bruta del 19.05% (2021a).

Este gran sector se divide en distintas actividades productivas como lo son la Ganadería, Silvicultura, Pesca, Floricultura, Fruticultura, entre otros. De estos encontramos una actividad productiva descrita como la Horticultura, más allá del cultivo de frutas y hortalizas esta comprende las áreas de floricultura, fruticultura, olericultura, producción de plantas aromáticas y medicinales y la horticultura urbana.

Esta sub-industria se ha fortalecido en los últimos años y para el 2019 en la industria de cultivos de hortalizas (11121) participaron 68 empresas que en su conjunto obtuvieron ventas de 477,092,781 millones de pesos con una utilidad de 21,399,799 millones de pesos. Adicionalmente, tuvo un crecimiento del 6.32% en ventas y con una nómina de 2,476 empleados (Emis, 2021b).

Una constante en la industria de la agricultura es el hecho que la mayoría de los productos son perecederos y requieren de rigurosos procesos para llevarlos desde el cultivo a la mesa. Es así como, cualquier producto que degrade su calidad con el tiempo se considera perecedero, debido a que puede perder sus propiedades fisicoquímicas por efectos del aire y el calor permitiendo la formación de microorganismos que pueden conducir a la descomposición del producto (Procolombia, 2014). Ejemplos de estos son los derivados de los animales y los vegetales, siendo las frutas las de mayor perecebilidad y requieren de una adecuada refrigeración se conservan por mayor tiempo. De esta forma, la mayoría de los productos agrícolas necesitan de un sistema de gestión que maneje y monitoree el estado de estos.

En logística, estos esfuerzos y procesos se conocen como la Cadena de frío y comprende el conjunto de acciones logísticas dirigidas a controlar la calidad de un bien fresco o perecible desde su extracción o fabricación hasta que llegue al consumidor final. Estas

acciones se realizan mediante el control de temperatura, de humedad, de aislamiento térmico, para impedir que se alteren las características naturales del bien durante el transporte, trasbordo y distribución final (Procolombia, 2014). Es necesario mantener una cadena de frío desde el proceso postcosecha hasta el punto de venta, para prolongar la vida útil del producto. A su vez, los frutos deben ser de óptima calidad.

2.2. Gremios y empresas hortofrutícolas

Las empresas que conforman esta sub-industrias varían en tamaño y alcance desde mini pymes familiares hasta compañías a nivel nacional y grandes exportadoras. A pesar de que se encuentren regadas a lo largo del país existen instituciones integradoras que unifican y promueven los productos hortofrutícolas.

Asohofrucol es el fondo nacional que fomenta la horticultura en Colombia. Su objetivo es consolidar gremialmente a las empresas afiliadas para organizar, representar, defender y fortalecer el subsector. Entre sus otras actividades la asociación: “identifica las necesidades de los productores hortifrutícolas, representa los productores de frutas y hortalizas del País ante entidades nacionales e internacionales y fortalece los comités departamentales para lograr mayor legitimidad de sus procesos” (2020). Adicionalmente hacen seguimiento a los diferentes planes, programas y proyectos del sector agrícola.

Por otro lado, Fedefruver es la Federación del Agro para cadenas de frutas y verduras en Colombia. Es una iniciativa “autónoma e independiente del gremio agrícola de segundo grado la cual defiende los derechos de los productores de frutas y verduras y sus agro cadenas. Procura que las políticas macroeconómicas y sectoriales del Estado beneficien al subsector de frutas y vegetales, por agro cadenas” (2016).

Respecto a los principales productores de hortalizas en Colombia, según la base de datos de Emis University, las empresas líderes son Meco Infraestructura S.A.S y Setas Colombianas S.A. A pesar de que Meco Infraestructura también se dedica a la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, su principal actividad es el cultivo de hortalizas, raíces y tubérculos con un total de ingreso operativo de 212,952 millones de pesos para el 2019 (2021c). Por otro lado, encontramos a Setas Colombianas S.A, cuyo principal accionista es el Grupo Nutresa. Esta se dedica al cultivo, procesamiento y venta de hongos comestibles frescos y procesados (Champiñón Blanco, Portobello, Crimini, Ostra y Shhiitake). La compañía opera una planta de producción en el valle Cuiva, en Antioquia, con capacidad de producción de 6000 toneladas de hongos por año. Sus productos se exportan por Sur y Norte América y Europa (2021d). Para encontrar la recopilación del listado de empresas hortofrutícolas en Colombia favor revisar el documento de Excel anexo: “Directorio de empresas y gremios”.

2.3. Logística del sector Hortofrutícola

En la cadena de las hortalizas desde el proceso de cultivo hasta su consumo final o como insumo agroindustrial participan diferentes agentes: cultivadores, comercializadores, intermediarios, distribuidores mayoristas y comercializadores minoristas. El cultivador es el responsable de la primera etapa en la cadena productiva de las hortalizas. De acuerdo con la caracterización elaborada por la CCI:

Los cultivadores de hortalizas se identifican por contar con gran experiencia en el cultivo tradicional, mientras que su grado de tecnificación es muy bajo o nulo. A medida que las hortalizas integran la canasta de consumo básico familiar en Colombia, su producción se orienta a atender especialmente la demanda alimentaria regional de cada departamento. De

esta forma, las diversas variedades de hortalizas son producidas en diferentes departamentos del país, bajo prácticas y técnicas distintas de siembra y cultivo, de acuerdo con las condiciones agroclimáticas de cada zona.

Por otro lado, los comercializadores, quienes son intermediarios entre los cultivadores y los distribuidores mayoristas y normalmente actúan como acopiadores, usualmente son agentes distintos al cultivador. Sin embargo, en algunos casos es directamente el productor quien se encarga de la actividad de almacenamiento y comercialización.

Los distribuidores mayoristas se ubican especialmente en las centrales de abastos, y adquieren las hortalizas principalmente a través de transacciones con los comercializadores intermediarios, y sólo en pocos casos directamente con el cultivador. Una vez en la central de abastos, los productos son vendidos por los mayoristas a otras centrales de abastos, a otros mayoristas y a plazas de mercado. Los que manejan los mayores volúmenes se encargan de proveer los productos a las cadenas de supermercados.

Los canales de comercialización minorista de hortalizas se clasifican en tradicional y moderno. En el primero se encuentran las plazas de mercado, las tiendas de barrio, autoservicios y tiendas especializadas; y en el segundo, las cadenas de supermercados. El canal más tradicional de comercialización de hortalizas son las plazas de mercado, encargadas de atender la demanda de ciudades y pequeños municipios. Por su parte, los supermercados y autoservicios, con pequeñas secciones de hortalizas, y los puntos especializados de venta de hortalizas y frutas son característicos de ciudades grandes e intermedias. Finalmente, las tiendas de barrio, que incluyen algunas hortalizas en su gama de productos, tienen presencia generalizada a nivel nacional.

Los agroindustriales procesadores de hortalizas se encargan de la transformación de estos productos, a partir de los cuales se producen salsas, pastas, sopas, conservas, congelados, deshidratados, ensaladas, encurtidos, entre otros productos, generando de esta manera valor agregado en la cadena productiva. Los consumidores finales se dividen en dos categorías: consumidores institucionales (restaurantes, hoteles, centros educativos, clínicas y cárceles, entre otros) y consumidores domésticos. Los consumidores institucionales usualmente adquieren hortalizas en las centrales de abastos y plazas de mercado o incluso directamente con cultivadores o intermediarios, mientras que los consumidores domésticos, dependiendo del nivel y regularidad de sus ingresos, compran las hortalizas a través de los canales de comercialización minorista.

Respecto a las etapas de la agroindustria hortofrutícola son recolección, producción, distribución y comercialización. “Los eslabones que conforman esta cadena y el detalle del proceso productivo dependen del tipo de producto que se vaya a elaborar. El interés del proceso productivo es transformar las materias primas en productos como jugos, mermeladas, concentrado de frutas, frutas al jugo, vegetales enlatados, compotas, frutas y vegetales deshidratados. Esta cadena se caracteriza por la gran heterogeneidad que se presenta tanto en los procesos como en el producto final (Pro-regionales, 2015).

2.4. Cadena de frío, sus procesos y sistemas de refrigeración en la industria

Entre las principales variables que afectan el manejo de productos perecederos, y que resultan en desperdicio de alimentos se consideran 4 aspectos definidos por la FAO: “pérdidas en la producción agrícola, pérdidas en el manejo postcosecha y almacenamiento, pérdidas en el procesamiento de productos y pérdidas en la distribución” (HLPE, 2014).

Es una cadena logística ambientalmente controlada, conectando granja con horquilla, que consiste en actividades como clasificación, clasificación, lavado, secado, preenfriamiento, almacenamiento y distribución. Es necesario conectar a los agricultores con el mercado y, por lo tanto, aportar valor a la cosecha proporcionando un uso final más valioso.

El éxito dentro de la Cadena de frío está ligado a una adecuada combinación entre la inversión de la tecnología y la rentabilidad que esta puede traerle a la empresa. El factor determinante lo representa el mantenimiento de la temperatura y de todos los factores que influyen para que esta no se corte en alguna parte de la cadena y pueda garantizar la preservación de los productos (Zúñiga & Guerrero, 2016).

Por otra parte, la refrigeración es un método que permite conservar los alimentos durante un tiempo relativamente corto de días a semanas. Las bajas temperaturas reducen considerablemente la velocidad de crecimiento de los microorganismos. Los factores que debemos controlar cuando refrigeramos alimentos en refrigeración son:

- i) Temperatura: cada alimento tiene una temperatura óptima de conservación. La temperatura óptima en líneas generales oscila entre 0-5 °C.
- ii) La humedad relativa: este es otro factor que se debe tener en cuenta, ya que si el ambiente es muy seco se producirá paso de humedad desde el alimento al medio, con el consiguiente descenso de peso por parte del alimento.
- iii) La luz: influye en la oxidación principalmente de las grasas.
- iv) La composición de la atmósfera: influye en la vida útil de los alimentos. Si aumentamos la concentración en gas carbónico, retrasamos el periodo de

maduración; en cambio, si aumentamos el contenido en oxígeno, aceleramos la maduración (Mendoza Roca et al., 2015).

Más allá de esto, los sistemas más modernos utilizan el monitoreo logístico de la cadena de frío con temperatura el modelado indica que mediante el uso del método de interpolación Lagrange de tres dimensiones, la temperatura en cualquier lugar de la carrocería del vehículo de cadena de frío se puede estimar con precisión. La información incluye la latitud y longitud del vehículo de cadena de frío y refleja la ubicación geográfica del vehículo de cadena de frío (Li & Chen, 2014).

2.5. Principales problemas de contaminación ambiental

En los últimos años, la principal preocupación en materia ambiental de la cadena de frío era el uso inadecuado de componentes químicos en los sistemas de refrigeración, sin embargo, desde 16 de septiembre del año 1987 tuvo lugar el Protocolo de Montreal, en el cual se prohibió el uso de los gases que utilizaban compuestos CFC a partir del año 2010.

Gracias a esto, los refrigerantes actuales apenas afectan a la capa de ozono, pero siguen siendo muy nocivos para el calentamiento global, potenciando el efecto invernadero. Por ello están apareciendo nuevas normativas de cara a regular este tipo de refrigerantes, como la normativa F-Gas.10 (Arnabat, 2018). De igual forma, los refrigerantes naturales e hidrocarburos con bajo potencial de calentamiento mundial, como el CO₂ como fluido frigorígeno ha sido visto como una alternativa adecuada a los actuales refrigerantes en la comunidad científica (Belman Flores & Pérez-García, 2013).

Asimismo, la logística verde enfoca sus esfuerzos en el diseño del sistema de transporte de alimentos frescos con el objetivo de minimizar las emisiones ambientales junto con los costes

operativos, minimizar los costes durante la gestión del inventario de productos perecederos y un sistema completo de distribución de alimentos y estimar el impacto económico de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.6. Potenciales de este sector en el país

Es un subsector que muestra potencialidad debido a la diversidad de pisos térmicos para la producción, amplia disponibilidad de tierras aptas para el desarrollo tecnificado de cultivos, capacidad de abastecimiento continuo, al apoyo público-privado nacional para su desarrollo, inversiones extranjeras importantes que se están realizando y convenios de cooperación para mejora productiva y la obtención de certificados de Buenas Prácticas Agrícolas.

Debido a la gran biodiversidad de Colombia, a la factibilidad de producir frutas tropicales/exóticas y hortalizas en diferentes regiones a lo largo del año y ofrecer abastecimiento continuo a sus compradores, el PTP seleccionó siete productos con gran demanda internacional para fortalecer su competitividad exportadora y posicionarlos en el mercado mundial (piña, papaya, mango, aguacate, fresa, ají y cebolla de bulbo).

Según *The Atlas of Economic Complexity*, el panorama económico de Colombia se constituye principalmente de ingresos por Hidrocarburos, Turismo, Transporte, Café, Oro y Banano (Harvard, 2018). No obstante, la agricultura, ilustrada en el gráfico con el color amarillo, sigue teniendo un papel importante en nuestro Producto Interno Bruto (PIB) como un proceso productivo que contribuye a la creación valor agregado. Es así como en una recesión económica como la sufrida el año pasado por la pandemia el sector del agro aportó 7.696 mil millones de pesos al PIB solo en el 2020-II (DANE, 2020).

Respecto a las debilidades y amenazas, las principales se deben a la falta de inversión generalizada en el sector en materia de infraestructura. Por un lado, la condición precaria de las vías dificulta la logística ágil de transporte, y por el otro, la mínima inversión en tecnología para la cadena de frío y servicios de post cosecha impactan a las pequeñas y medianas empresas en su competitividad.

Tabla 2

DOFA de la hortofruticultura en Colombia

Aspectos	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Geografía y biodiversidad.	Potencial productivo. Diversidad de climas y regiones. Disponibilidad de agua y suelos.	Ausencia de estaciones.	Problemática sanitaria. La agricultura de los valles interandinos.	Cambio climático. Problemas de carácter fitosanitario. Moscas de la fruta.
Infraestructura.		Puertos y aeropuertos. Distritos de riego.	Carencia de Red de Frío y de servicios de post cosecha. Red actual de laboratorios insuficientes.	Deficiente logística de transporte. Red vial. Estándares de calidad en los mercados internacionales.

Económicos y sociales.	Atractivo a la IED. Capital humano en el sector agrícola. Capacidad empresarial. Costos de producción.	Integración de mercados. Especialización de la producción. Esquemas asociativos y empresariales. Promoción del consumo. Zonificación de la producción. Clusters agroindustriales. Producción a escala. Agricultura orgánica. Formalización.	Dispersión, atomización, no especialización de los productores. Bajo nivel de empresarización y asociatividad. Baja tecnificación. Deficiente manejo de recursos y altos costos de producción. Altos costos de mano de obra. Limitado acceso al crédito. Elevadas pérdidas postcosecha.	Integración de mercados. Cambios en las políticas de gobierno. Inestabilidad social. Desplazamiento población rural. Inseguridad. Elevados márgenes de comercialización. Fluctuación de precios. Bajo consumo per cápita en Colombia. Emergencia de nuevos competidores. Contrabando.
------------------------	--	---	---	---

			Insuficiente I&D. Poco desarrollo, presencia y competitividad de la industria.	
Normatividad ambiental, sanitaria calidad y de uso de aguas y tierras.	Norma Técnica Colombiana de BPA para frutas y hortalizas.	Exigencias de los mercados: certificaciones, sistemas de aseguramiento.	Exigencias de los mercados: certificaciones, sistemas de aseguramiento.	
Mercados altamente competitivos con necesidad de cumplir con altas exigencias en materia de calidad e inocuidad. Máximos límites		Cambios en hábitos alimenticios y preferencia por alimentos frescos, sanos con valor nutricional. Mejorar estatus	Cambios en hábitos alimenticios y preferencia por alimentos frescos, sanos con valor nutricional. Mejorar estatus sanitarios y	

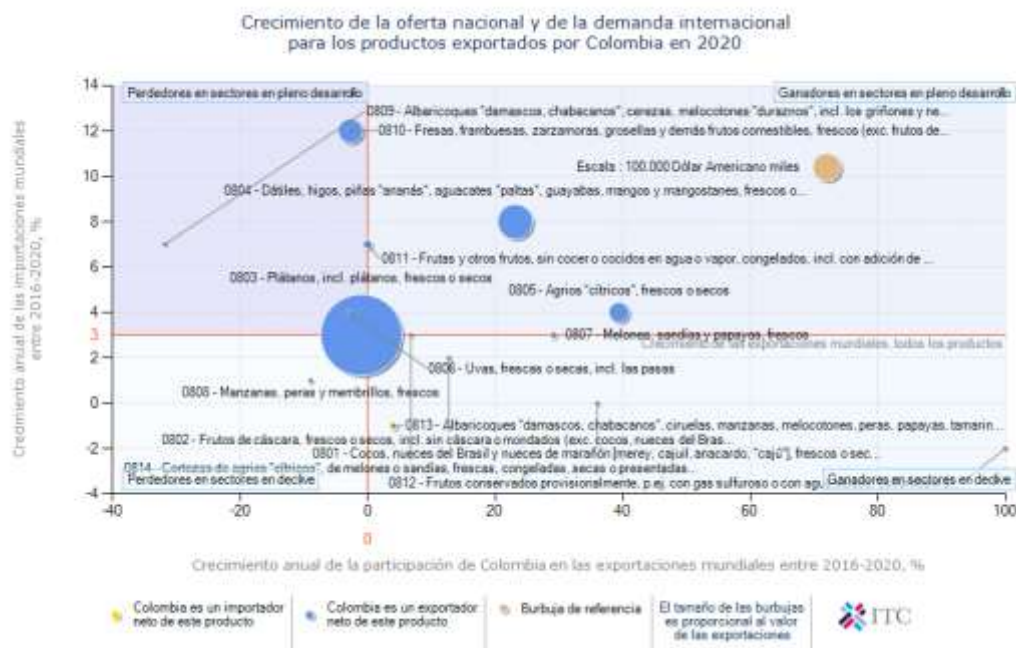
de residuos tóxicos.		Sanitarios.	programas de formación.	
-------------------------	--	-------------	----------------------------	--

Fuente: Entrevista PTP. FAO (2006)

Por otra parte, el creciente sector presenta un gran potencial de exportación para ciertos productos de frutas y verduras muy apetecidos en el mercado internacional. Según el International Trade Centre (ITC), a parte del protagonista de las exportaciones colombianas, el banano, frutos como los dátiles, higos, piñas, aguacates, guayabas y mangostinos al igual que los cítricos han tenido gran acogida en mercados extranjeros.

Ilustración 1

Crecimiento de la oferta nacional y demanda internacional de frutas y nueces exportadas por Colombia en el 2020

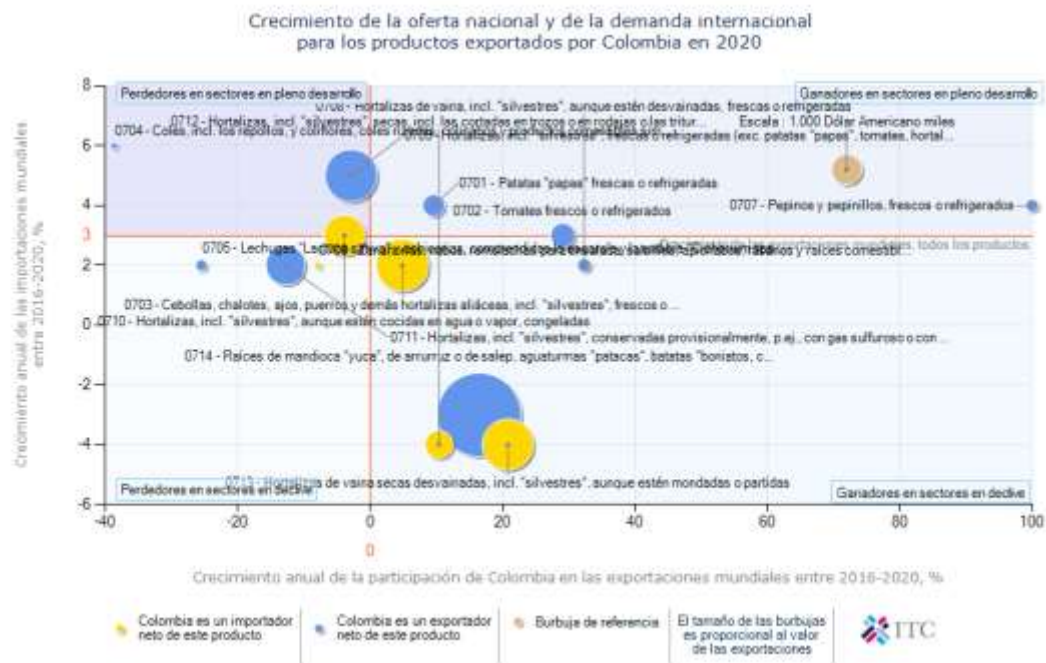


Fuente: ITC, Trade Map (2019)

Asimismo, para las verduras y leguminosas encontramos que Colombia ha tenido un crecimiento en la exportación de tomates y tubérculos, pero estos mercados están en declive a comparación de otros. No obstante, para nuestra industria la exportación de papa y pepino es una oportunidad de seguir incursionando en estos sectores en crecimiento.

Ilustración 2

Crecimiento de la oferta nacional y demanda internacional de verduras y leguminosas exportadas por Colombia en el 2020



Fuente: ITC, Trade Map (2020)

3. Conclusiones

La inestabilidad en la producción no permite la estandarización y trazabilidad de procesos, la falta de tecnología limita el uso de herramientas e instrumentos modernos en las actividades productivas dificultando la mejora de procesos, el deficiente manejo poscosecha se da por desconocimiento de la correcta manipulación y mantenimiento del producto, el bajo nivel de asociatividad en el sector productivo no permite la interacción entre productores y dificulta la visibilidad de la cadena hasta el consumidor final.

Para atacar este problema, la poscosecha preventiva es una alternativa para conocer cuál ha sido el ambiente poscosecha, el comportamiento varietal, el estado de madurez a la cosecha, las prácticas (manejo del frío, etc.). El mercado global requiere refinamiento constante de tecnologías y prácticas de poscosecha; esto pasa por adecuar las prácticas de recolección a los factores que influyen en el comportamiento del producto (Medina Ramírez, 2009b).

Asimismo, la segmentación es una herramienta para atender los gustos del consumidor; y esto significa un enorme potencial de mercado, en buena medida aún por descubrir. El futuro es de la, en palabras del ponente, fruticultura de precisión. De esto derivan una serie de oportunidades de vender tipos de productos para mercados específicos, tanto en cuanto al tipo de fruto, variedad, tamaño, tipo de envasado (Medina Ramírez, 2009b).

Adicionalmente, mediante el desarrollo de talento humano hortofrutícola se puede promover la cultura de la calidad en todo el proceso productivo no sólo para cumplir los estándares tanto nacionales como internacionales si no para satisfacer las demandas de los consumidores y reducir los impactos ambientales. De esta manera, mejorando los procesos

con inversión en investigación y desarrollo se puede consolidar cadenas de logística verde sostenibles en el tiempo.

En definitiva, la sub-industria Hortofrutícola tiene un gran potencial tanto para el mercado interno como para el extranjero. Las ventajas competitivas en materia de conocimiento de los agricultores, variedad de climas y especies de frutas y verduras al igual que abundancia de recursos hídricos, energéticos y de suelo les darán protagonismo a las actividades agrícolas en los próximos años.

No obstante, la falta de formalidad, tecnificación de procesos y asociatividad de los productores y empresas hortofrutícolas impiden el fortalecimiento del sector. Es necesario inversiones tanto de capital físico como humano para aprovechar todo el potencial de las pequeñas y medianas empresas hortofrutícolas.

4. Recomendaciones

Teniendo en cuenta la nueva realidad que nos propuso la pandemia, es importante resaltar las dificultades que sufrió el proyecto durante su desarrollo y tomar estas en cuenta para la profundización posterior de la investigación. Por un lado, la emergencia sanitaria imposibilitó los encuentros presenciales estudiante-profesor por lo que toda la comunicación fue vía llamadas y correo electrónico. Para las futuras investigaciones llevadas a cabo de forma remota sugiero utilizar un canal de comunicación ágil como *Google Teams* donde se pueda tener una conversación mucho más fluida de ambas partes.

Por otro lado, fue incluso más difícil la comunicación directa con las empresas para realizar la encuesta y la revisión por parte del ingeniero. Por lo anterior, recomiendo destinar

más recursos monetarios para la siguiente investigación en cuanto estos estaban siendo utilizados como incentivos para formar parte del estudio. Sin embargo, muchas empresas no los consideraban lo suficientemente atractivos para involucrarse por lo que fue un verdadero reto convencerlos a distancia.

Por último, considero importante seguir profundizando en las dinámicas logísticas de las empresas hortofrutícolas, específicamente las relacionadas con la tecnología en la cadena de frío, para así implementar alternativas sostenibles utilizando herramientas tecnológicas tanto para refinar la cadena de frío como para minimizar la huella ambiental.

5. Bibliografía

- Arnabat, I. (2018, noviembre 9). *Impacto de los refrigerantes en el medio ambiente: Pasado, presente y futuro*. Calor y Frio. <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/impacto-refrigerantes-en-medio-ambiente.html>
- Asohofrucol. (2020). *Trabajamos por el desarrollo integral de la hortifruticultura colombiana*. Asohofrucol. <https://www.asohofrucol.com.co/>
- Belman Flores, J. M., & Pérez-García, V. (2013). CO2 como refrigerante: Del pasado al futuro. *Acta Universitaria*, 23(2), 19–26. <https://doi.org/10.15174/au.2013.426>
- DANE. (2020). *PIB Agropecuario Nacional*. Agronet MinAgricultura. <https://www.agronet.gov.co/produccion-y-agronegocios/Paginas/ProduccionNacional.aspx>
- Emis. (2021a). *Agricultura (111)—Estadísticas*. Emis University. <https://www-emis-com.ez.urosario.edu.co/php/industries/statistics?indu=111>
- Emis. (2021b). *Cultivos de hortalizas (11121)—Estadísticas*. Emis University. <https://www-emis-com.ez.urosario.edu.co/php/industries/statistics?indu=11121>
- Emis. (2021c, abril 15). *Perfil de compañía—Meco Infraestructura Sas (Colombia)*. Emis University. <https://www-emis-com.ez.urosario.edu.co/php/companies/index?pc=CO&cmpy=4068415>
- Emis. (2021d, mayo 12). *Perfil de compañía—Setas Colombianas S.A (Colombia)*. Emis University. <https://www-emis-com.ez.urosario.edu.co/php/companies/index?pc=CO&cmpy=1213755>
- FEDEFRUVER. (2016, abril 17). Federación de Agro Cadenas de Frutas y Verduras. *FEDEFRUVER Federación de Agro Cadenas de Frutas y Verduras de Colombia*. <https://fedefruver.blogspot.com/>
- García, R. R. (2013). *Potencial competitivo del sector hortofrutícola Colombiano*. 55.
- Harvard, G. L. (2018). *The Atlas of Economic Complexity*. <https://atlas.cid.harvard.edu/countries/49/export-basket>
- HLPE. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios* (Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial., p. 133). Comité de Seguridad Alimentaria Mundial.

- Lasprilla, D. M. (2011). Estado actual de fruticultura colombiana y perspectivas para su desarrollo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 199–205. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500023>
- li, D., & Chen, Y. (2014). *Computer and Computing Technologies in Agriculture VII: 7th IFIP WG 5.14 International Conference, CCTA 2013, Beijing, China, September 18-20, 2013, Revised Selected Papers, Part II* (7a ed., Vol. 420). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-54341-8>
- Medina Ramírez, S. (2009a). Las cadenas de frío y el transporte refrigerado en México. *Comercio exterior*, 59(12), 1010–1017.
- Medina Ramírez, S. (2009b). Las cadenas de frío y el transporte refrigerado en México. *Comercio exterior*, 59(2), 8.
- Mendoza Roca, C. R., Alfaro Díaz, J. D., & Paternina Arboleda, C. D. (2015). *Manual práctico para gestión logística: Envase y embalaje, transporte y cadena de frío, preservación de productos del agro*. Editorial Universidad del Norte.
- Procolombia. (2014). *Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia* (p. 112).
- Pro-regionales. (2015, octubre 17). Industria Hortofrutícola. *Procesos Industriales Regionales*. <http://pro-regionales.blogspot.com/2015/10/industria-hortofruticola.html>
- Vrat, P., Gupta, R., Bhatnagar, A., Pathak, D. K., & Fulzele, V. (2018). Literature review analytics (LRA) on sustainable cold-chain for perishable food products: Research trends and future directions. *OPSEARCH*, 55(3), 601–627. <https://doi.org/10.1007/s12597-018-0338-9>
- Wang, G., Ding, P., Chen, H., & Mu, J. (2020). Green fresh product cost sharing contracts considering freshness-keeping effort. *Soft Computing*, 24(4), 2671–2691. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-03828-4>
- Zúñiga, A. C., & Guerrero, D. F. (2016). *Análisis de condiciones de mercado para el desarrollo de tecnologías de cadena de frío*. 56–74.