



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE PRODUCTOS PERECEDEROS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN. CASO DE ESTUDIO PLÁTANO EN LA REGIÓN DE CUNDINAMARCA.**

**Catherine Ballesteros Gómez**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2017



# **ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE PRODUCTOS PERECEDEROS EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN. CASO DE ESTUDIO PLÁTANO EN LA REGIÓN DE CUNDINAMARCA.**

**Catherine Ballesteros Gómez**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería Industrial**

Director:

Ph.D. Wilson Adarme Jaimes

Codirector:

Ph.D. Jesús Gonzalez-Feliu

Línea de Investigación:

Gestión de Operaciones – Logística

Grupo de Investigación:

Sociedad, Economía y Productividad SEPRO – Línea Logística

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2017



*Dedicatoria*

*A Dios y a la Virgen,  
A mi Madre, por ser mi principal motivación  
Hermanos y sobrinos,*



## **Agradecimientos**

En primer lugar agradecerle a mi Madre Ana Elvia Gómez, quien ha sido mi fortaleza en todos los desafíos emprendidos, quien confía en mi firmemente y cree que soy la persona más capaz en el mundo,

Al Profesor Wilson Adarme Jaimes, quien me contagio su pasión por la logística, gracias por hacer esto posible, por cada uno de sus consejos y por todas las oportunidades que me ha brindado, por confiar en mi y por enseñarme que puedo llegar a donde me lo proponga.

Al Profesor Jesús Gonzalez-Feliu, por acompañarme en este proceso y por ser mi guía en cada cosa realizada en el presente trabajo. Así mismo, a la Profesora Natacha Gondran, por haber hecho más fácil mi estancia en Francia, por haber compartido conmigo su tiempo y conocimiento.

A la Fundación Juan Pablo Gutierrez, estaré por siempre agradecida por haber confiado en mi, por su respaldo y confianza para conmigo, y por permitir que los jóvenes de Colombia puedan seguir sus sueños

Al Corredor Tecnológico Agroindustrial – Derivado 2, por facilitar el desarrollo de esta investigación, a la École des Mines de Saint-Etienne y al Instituto Henri Fayol, por acogerme y hacerme sentir como en casa.

A todos los integrantes del Grupo de Investigación SEPRO, quienes desde hace varios años se han convertido en mi familia, y hacen que todo sea más fácil y feliz. En especial a Iván Darío Cárdenas, Leonardo Ronderos y Juan Pablo Castrellón quienes de una u otra forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

Y finalmente, a la Universidad Nacional de Colombia, por tantas oportunidades recibidas y por hacer de mi una mejor persona y profesional.



## Resumen

Las pérdidas de alimentos en Colombia en los procesos de poscosecha, almacenamiento y transporte asciende a un 40,4%, afectando la cantidad de alimento disponible para el consumo, incrementado los precios y reduciendo el acceso a los mismo, lo cual se refleja en los índices de seguridad alimentaria del País (DNP, 2016). Lo anterior se convierte en un motivo de peso para la propuesta de estrategias que busquen prevenir y reducir la pérdida de alimentos en el proceso de distribución, para ello se propone un metodología para la cuantificación de la pérdida de alimento en la cadena de suministro de Plátano en el departamento de Cundinamarca, identificando puntos críticos y las causas asociadas a la pérdida de producto. Posteriormente, se proponen cinco estrategias que se jerarquizan mediante consulta a expertos, desarrollando la estrategia de capacitación en la cual se definen una serie de talleres intersectoriales y multidisciplinarios con contenidos específicos a atender las ineficiencias identificadas, así mismo, se desarrolla la estrategia de infraestructura, con el soporte de un modelo matemático, donde se propone una serie de escenarios que contemplan la localización de centros de acopio regionales para posteriormente evaluar su incidencia en el nivel de pérdidas y los costos asociados a cada contexto.

**Palabras clave:** Cadena de Suministro Agro-Alimentaria, Logística alimentaria, pérdida de alimentos, Distribución, Estrategia, Plátano, Cundinamarca.

## Abstract

Food losses in Colombia go up to 40,4% during the post-harvest, warehousing and transport processes. In consequence, the quality of the food for human consumption, the sale price and the access to food are negatively affected and reflected in low food security indicators (DNP, 2016). For this, is relevant to propose strategies aiming the reduction and prevention of food losses during the distribution chain. In this document, a methodology to quantify the food losses in Plantain for the region of Cundinamarca is proposed. The methodology identifies critical points and the causes for food losses. Hereby, five different strategies are proposed and with the validation of experts they are presented in hierarchal order. Moreover, two of these strategies are explained in detail; in the qualification strategy, five different workshops on a specific content and with different sectors were organised in an interdisciplinary environment. Finally, in the infrastructure strategy using mathematical modelling the facility location problem for this particular situation was analysed. As result, different scenarios for logistics facilities and their influence on food losses and costs are presented.

**Keywords:** Agri-food supply chain, Agro-logistics, Food losses, strategy, Distribution, Plantain, Cundinamarca

# Contenido

	Pág.
<b>Lista de Ilustraciones</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Lista de Tablas</b> .....	<b>XV</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Generalidades de la Investigación</b> .....	<b>20</b>
1.1 Contextualización.....	20
1.2 Identificación del Problema .....	23
1.3 Justificación.....	26
1.4 Objetivos .....	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>2. Estado del Arte</b> .....	<b>30</b>
2.1. Cadena de Suministro Alimentaria .....	30
2.1.1. Seguridad Alimentaria.....	32
2.1.2. Pérdida de Alimentos.....	33
2.1.3. Métodos de cuantificación de pérdidas de alimentos. ....	35
2.1.4. Estrategia .....	40
<b>3. Metodología de Investigación</b> .....	<b>42</b>
3.1. Fase I. Investigación Descriptiva .....	43
3.1.1. Etapa 1. Instrumentación y Recolección de Información.....	43
3.1.2. Etapa 2. Caracterización del Sistema de Distribución.....	45
3.2. Fase II. Investigación Analítica .....	45
3.2.1. Etapa 3. Medición de pérdidas de alimento. ....	45
3.2.2. Etapa 4. Identificación de Problemáticas y Puntos Críticos:.....	47
3.3. Fase III. Investigación Propositiva .....	47

---

3.3.1. Etapa 5. Propuesta de Mejoras Logísticas: .....	47
3.3.2. Etapa 6. Desarrollo de Estrategías: .....	48
<b>4. Caracterización – Red logística del Plátano en la región de Cundinamarca. ....</b>	<b>49</b>
4.1. Generalidades de la Cadena de suministro de plátano. ....	49
4.2. Caracterización de la Red Logística de Plátano en Cundinamarca. ....	52
4.2.1. Abastecimiento.....	54
4.2.2. Almacenamiento.....	56
4.2.3. Distribución .....	59
<b>5. Evaluación de pérdidas de alimentos e Identificación de puntos críticos .....</b>	<b>65</b>
5.1. Análisis Descriptivo de datos .....	65
5.2. Cuantificación de pérdidas en la cadena de plátano en Cundinamarca. ....	72
5.3. Identificación de Puntos Críticos .....	75
<b>6. Estrategias Logísticas para la Prevención y Reducción de Pérdidas de Plátano.....</b>	<b>78</b>
6.1. Identificación de ejes prioritarios para la prevención y reducción de pérdidas de Plátano. ....	79
6.2. Propuestas de Estrategias .....	80
6.2.1. Productor.....	80
6.2.2. Transportador.....	81
6.2.3. Mayoristas.....	82
6.2.4. Minoristas.....	82
6.3. Priorización de Estrategias .....	83
6.4. Desarrollo de Estrategias.....	86
6.4.1. Capacitación .....	86
6.4.2. Infraestructura .....	87
<b>7. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>95</b>
7.1. Conclusiones .....	95
7.2. Recomendaciones .....	98
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 1. Instrumentos de recolección de información.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 2. Resultados Consulta de expertos.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo 3. Estrategia de Capacitación.....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo 4. Código GAMS .....</b>	<b>119</b>

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Principales Países Productores de Plátano.....	21
Ilustración 2. Producción de Plátano en Colombia 2007-2014.....	21
Ilustración 3. Producción (ton) departamental del Plátano 2014.....	22
Ilustración 4. Municipios productores de Plátano en Cundinamarca.....	23
Ilustración 5. Clasificación de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos.....	33
Ilustración 6. Tipos de pérdida de alimentos.....	35
Ilustración 7. Metodología propuesta para la investigación.....	42
Ilustración 8. Método de evaluación de pérdidas de alimentos en la CSA.....	46
Ilustración 9. Cadena de Suministro de Plátano.....	51
Ilustración 10. Total instrumentos por eslabón.....	52
Ilustración 11. Punto de entrega del producto.....	54
Ilustración 12. Puntos de recolección.....	54
Ilustración 13. Proveedor de plátano.....	55
Ilustración 14. Frecuencia de compra.....	55
Ilustración 15. Proveedor de Plátano al Minorista.....	55
Ilustración 16. Empaque en Mayorista.....	56
Ilustración 17. Causas de las pérdidas.....	57
Ilustración 18. Tiempo de almacenamiento del producto.....	58
Ilustración 19. Porcentaje de pérdidas en Plazas.....	58
Ilustración 20. Factores que generan pérdida de producto.....	58
Ilustración 21. Acciones tomadas con el producto deteriorado.....	58
Ilustración 22. Tipo de cliente.....	59

---

Ilustración 23. Punto de entrega del producto .....	59
Ilustración 24. Medios de transporte .....	59
Ilustración 25. Empaque utilizado en el transporte .....	62
Ilustración 26. Tiempos de operación.....	62
Ilustración 27. Puntos de entrega Fuente: Elaboración propia .....	63
Ilustración 28. Unidad de compra y empaque .....	63
Ilustración 29. Principales clientes .....	63
Ilustración 30. Cadena de Suministro de Plátano_Caso de Estudio .....	64
Ilustración 31. Gráfico de Caja y Bigotes de Pérdidas en Productores.....	66
Ilustración 32. Gráfica Histograma de Frecuencia de Pérdidas en Productor.....	66
Ilustración 33. Gráfica de Caja y Bigotes de Pérdidas en Intermediario .....	68
Ilustración 34. Histograma de Pérdidas en Intermediario .....	68
Ilustración 35. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdidas en Mayoristas .....	69
Ilustración 36. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdidas en Minorista (Tienda).....	71
Ilustración 37. Histograma de pérdidas en Minorista (Tienda).....	71
Ilustración 38. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdida en Minorista (Plaza de Mercado) ...	72
Ilustración 39. Histograma de pérdidas en Minorista (Plaza de Mercado) .....	72
Ilustración 40. MFA para la Cadena de Suministro de Plátano - Caso de estudio .....	74
Ilustración 41. Principales causas de pérdida de producto en la CS de Plátano.....	76
Ilustración 42. Identificación de puntos críticos .....	77
Ilustración 43. Estrategias Generales por aspectos principales.....	79
Ilustración 44. Estrategias a Priorizar .....	84
Ilustración 45. Estrategias Priorizadas .....	85
Ilustración 46. Resultados escenario 1.....	90
Ilustración 47. Resultados escenario 2.....	91
Ilustración 48. Resultados escenario 3.....	92
Ilustración 49. Resultados escenario 4.....	93
Ilustración 50. Costo Total Vs Pérdida de producto.....	94

## Lista de Tablas

Tabla 1. Estudios Metodológicos para la Cuantificación de pérdidas de alimentos.....	36
Tabla 2. Métodos para cuantificar pérdidas de alimentos. ....	39
Tabla 3. Resumen Estadístico de Pérdidas en Productores (%).....	66
Tabla 4. Resumen Estadístico de Pérdidas en Intermediario.....	68
Tabla 5. Resumen Estadístico de Pérdidas en Mayorista.....	69
Tabla 6. Resumen Estadístico de Pérdidas en Minorista (Tiendas).....	70
Tabla 7. Resumen Estadístico de pérdidas en Minorista (Plaza de Mercado) .....	71
Tabla 8. Resumen de respuestas por actor .....	84



# Introducción

En las últimas décadas, se han dirigido recursos significativos para incrementar la producción de alimentos. (Kader, 2005)) reportó en su estudio que el 95% de las inversiones en investigación durante los últimos 30 años se centraron en aumentar la productividad y sólo el 5% se dirigió a reducir las pérdidas de alimentos. El aumento de la productividad agrícola es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria mundial, sin embargo, no es suficiente. Actualmente, la producción de alimentos está siendo limitada por la escasez de recursos como la tierra, el agua y la variabilidad climática, lo cual pone en riesgo lograr de manera sostenible los objetivos de seguridad alimentaria, siendo necesario aumentar la disponibilidad de alimentos a través de reducciones en los procesos posteriores a la cosecha a nivel de granjas, minoristas y consumidores (Aulakh & Regmi, 2013).

La pérdida poscosecha (Post-Harvest Losses - PHL) se define como la pérdida cualitativa y cuantitativa de alimentos a lo largo de la cadena de suministro, desde el momento de la cosecha hasta su consumo u otros usos finales (Hodges, Buzby, & Bennett, 2011). Las PHL pueden ocurrir ya sea por pérdidas voluntarias de alimentos, a lo cual se le considera desperdicio o por pérdidas involuntarias en los diferentes procesos como acopio, transporte y almacenamiento (Aulakh & Regmi, 2013).

Por lo tanto, *el desperdicio de alimentos* es la pérdida de alimentos comestibles debido a la acción humana o la inacción, como tirar los productos marchitados, no consumir los alimentos disponibles antes de su fecha de caducidad o la compra no planeada mayor a su capacidad de consumo. *La pérdida de alimentos*, por otra parte, es la pérdida inadvertida de cantidad de alimentos debido a las limitaciones de infraestructura y administración de una cadena de valor alimentario dada y pueden ser el resultado de una pérdida cuantitativa directa o surgir indirectamente debido a la pérdida cualitativa (Aulakh & Regmi, 2013).

Las pérdidas de alimentos no sólo reducen los alimentos disponibles para el consumo humano, sino que también, causan externalidades negativas a la sociedad a través de costos de manejo de residuos, producción de gases de efecto invernadero y pérdida de recursos escasos utilizados en su producción (Aulakh & Regmi, 2013). Varios autores estiman que la pérdida de alimentos es equivalente al 6-10% de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el ser humano (Gustavsson, et al., 2011; Gustavsson, et al., 2013).

De acuerdo al estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación – DNP en el año 2016, en Colombia se pierde el 34% de los alimentos producidos para consumo, lo que equivale a 9,76 millones de toneladas, siendo el grupo de frutas y verduras los alimentos que presentan mayor pérdida (53% del total disponible), así mismo, el reporte indica que en el proceso de cosecha se presenta el 40,5% de la pérdida, seguido de distribución y retail (20,6%), poscosecha y almacenamiento (19,8%), consumo (15,6%) y procesamiento industrial (3,5%).

Dado el importante papel que la reducción de pérdidas de alimentos podría tener para contribuir de manera sostenible a la seguridad alimentaria mundial, es importante contar con medidas fiables de estas pérdidas. Según Aulakh & Regmi, (2013). La mayoría de las cifras de pérdidas poscosecha disponibles y las estimaciones de desperdicios de alimentos se basan en estimaciones sin el soporte necesario con pocos números reales medidos. Además, estos números, a su vez, alimentan las estimaciones de disponibilidad de alimentos que se utilizan ampliamente en las evaluaciones de la seguridad alimentaria y los análisis de políticas. Lo anterior revela, la necesidad de construir mecanismos confiables que permitan conocer cifras reales y más próximas a la realidad, así como la propuesta de estrategias que apunten a reducir las pérdidas presentadas en distribución acorde a las condiciones específicas y propias de cada región.

El desarrollo de la investigación se enmarca en el proyecto “Corredor Tecnológico Agroindustrial – Derivado 2”, específicamente en el subproyecto “Diagnóstico del estado tecnológico y evaluación tecnológica y de procesos en el sistema de operación logística y distribución en Cundinamarca” gracias a lo cual fue posible desarrollar un estudio de caso en la Cadena de Suministro de Plátano en el departamento de Cundinamarca.

La investigación se enmarca en un estudio exploratorio, que se desarrolla bajo un enfoque de método mixto con un alcance propositivo, el cual se apoya en estrategias cuantitativas y cualitativas. La investigación presenta dos momentos, el primero cualitativo en el cual se describe el sistema de distribución y las principales características de la Cadena de Suministro del Plátano. El segundo cuantitativo, en el cual se realiza la medición de las pérdidas del producto en el proceso de distribución, para finalizar con la propuesta de mejoras logísticas que mitiguen las pérdidas previamente evaluadas.

El presente documento consta de 7 capítulos, los cuales apuntan a desarrollar cada uno de los objetivos específicos definidos. En el capítulo 1 se presenta las generalidades de la investigación, realizando una contextualización del producto y de la región en la cual se realiza el caso de estudio, partiendo de lo general a lo particular, así mismo, presenta la justificación que soporta la investigación para luego definir el objetivo de la investigación. El capítulo 2 presenta una revisión de literatura alrededor del concepto de Cadena de Suministro Alimentaria, eje principal del presente documento, el Capítulo 3, presenta la metodología propuesta para el desarrollo de la investigación y para el logro de los objetivos propuestos, la cual se compone de tres fases y seis etapas.

En el capítulo 4, se definen las generalidades de la cadena de suministro de plátano evaluada, en donde se realiza una caracterización del sistema a partir de tres grandes procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución. Posteriormente, en el capítulo 5 se evalúan las pérdidas de plátano en la cadena de suministro y se identifican los puntos críticos y sus causas, luego en el capítulo 6, se proponen una serie de estrategias y acciones por actor que buscan reducir la pérdida de producto, para luego realizar una jerarquización de estrategias y desarrollar un plan de acción para la estrategia de capacitación y una propuesta respecto a infraestructura, consideradas como las dos estrategias más importantes. Finalmente, en el capítulo 7 se presentan las conclusiones de la investigación y la recomendaciones.

# 1. Generalidades de la Investigación.

## 1.1 Contextualización

El plátano (*Musa paradisiaca*) es una fruta tropical que tiene sus orígenes en el suroeste asiático, perteneciente a la familia de las musáceas. Las dos especies más conocidas en nuestro medio son: la *musa paradisiaca* que corresponde al plátano para cocción, y la *musa sapientum* o también conocido como banano, es cultivado en regiones tropicales y subtropicales, siendo un cultivo permanente, con un fruto largo encorvado que se da en forma de racimo (Ruiz Molina & Ureña del Valle, 2009).

De acuerdo a Tchango, *et al.* (1999), El plátano es uno de los principales cultivos en los países en desarrollo, quienes son los que presentan mayor producción y consumo. En su estudio indica que aproximadamente el 69,4% de la producción de plátano es utilizada para el consumo humano, mientras que el 8,0% se utilizan para la alimentación animal. Las pérdidas posteriores a la cosecha y las cantidades transformadas en el mundo son 11,5% y 11%, respectivamente.

A nivel de producción mundial, para el año 2014 según datos de la FAO, la producción de plátano estaba liderada por países del continente africano, siendo Uganda, Camerún y Ghana los tres principales países productores, con una producción anual de 4'578.126 ton., 3'882.741 ton. y 3'786.000 ton. respectivamente, en el cuarto lugar se ubica Colombia con una producción de 3'467.332 toneladas. El continente Africano y el continen Americano son quienes dominan la producción de plátano en el mundo, dentro de los 10 principales productores (Ilustración 1).

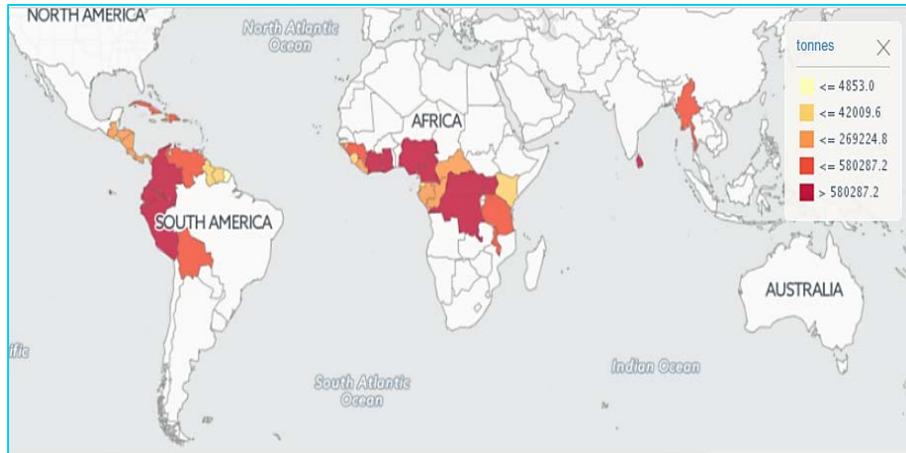


Ilustración 1. Principales Países Productores de Plátano en el Mundo  
Fuente: FAO, 2014 (FAOSTAT)

En cuanto a exportaciones, Suramérica lidera el ranking siendo Ecuador, Guatemala y Colombia los tres países que mayor cantidad de Plátano exportaron de acuerdo a los datos de FAOSTAT, con 269.757 ton., 131.706 ton. y 127.202 ton respectivamente en el año 2013. Mientras que Los principales países importadores de plátano en el mundo para el mismo año, las lideran EE.UU con 282.130 toneladas, seguido por El Salvador con 67.333 toneladas y Bélgica 39.216 toneladas.

En el contexto Nacional, el plátano es uno de los productos alimenticios de mayor importancia y es el cultivo permanente con mayor presencia en los sistemas de economía. Es un producto básico en la dieta de los colombianos, alcanzando para el año 2008 un consumo per cápita estimado de 155 kg/año (Ruiz Molina & Ureña del Valle, 2009).

Según la FAO, para el año 2007 Colombia se posicionaba con el segundo productor a nivel mundial después de Uganda, sin embargo para el año 2008 paso al tercer lugar detrás de Uganda y Ghana, para finalmente ubicarse en el cuarto lugar donde se ha mantenido los últimos años (Ilustración 2).

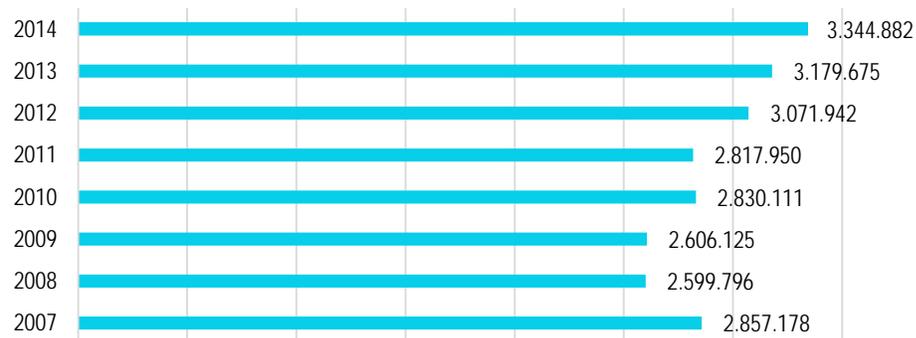


Ilustración 2. Producción de Plátano en Colombia 2007-2014  
Fuente: (MinAgricultura, 2014)

Para el año 2014 tal como lo indica el Ministerio de Agricultura, Colombia alcanzo su mayor producción en los último siete años con 3'344.882 ton, siendo el año 2008 el año con el

nivel más bajo de producción con un total de 2'599.796 ton., reduciendo en aproximadamente un 10% la producción respecto al 2007.

A pesar de que Colombia se ubique como cuarto productor mundial por encima de Ecuador, los datos de importación muestran que el Plátano importado proviene principalmente de Ecuador, aunque en años anteriores al 2009 se importó de Perú y Venezuela, las cantidades no son representativas. En el año 2009 se importó 60.038 toneladas de plátano, siendo el año de mayor importación desde Ecuador, sin embargo, para el año 2010 las importaciones se redujeron en aproximadamente un 70%, incrementando nuevamente en el 2011 con un total de 40.621 toneladas importadas. Durante los últimos 5 años el 100% de las importaciones de plátano provienen de Ecuador, lo cual pone a competir el producto nacional con el importado (Ruiz Molina & Ureña del Valle, 2009).

Referente a las exportaciones de plátano colombiano, Estados Unidos ha sido su principal mercado durante los últimos 10 años con una tendencia decreciente de aproximadamente el 50% si se compara las cantidades presentadas en el año 2005 las cuales eran de 120.919 ton. frente al año 2013 que fueron de 56.832 ton., otros países como Bélgica y Reino Unido tienen una participación importante en las exportaciones de plátano colombiano, siendo Bélgica un importador constante durante los últimos 10 años, y el Reino Unido un mercado que ha venido incrementando las cantidades importadas durante los últimos siete años.

La producción del plátano a nivel departamental, se concentra en siete departamentos que representan el 67% de la producción nacional (Ilustración 3), para el año 2014 el principal productor de plátano es Arauca con 387.311 ton, lo cual representa el 11,58% de la producción nacional, seguido de Antioquia con 287.095 ton y Córdoba con 254.276 ton.

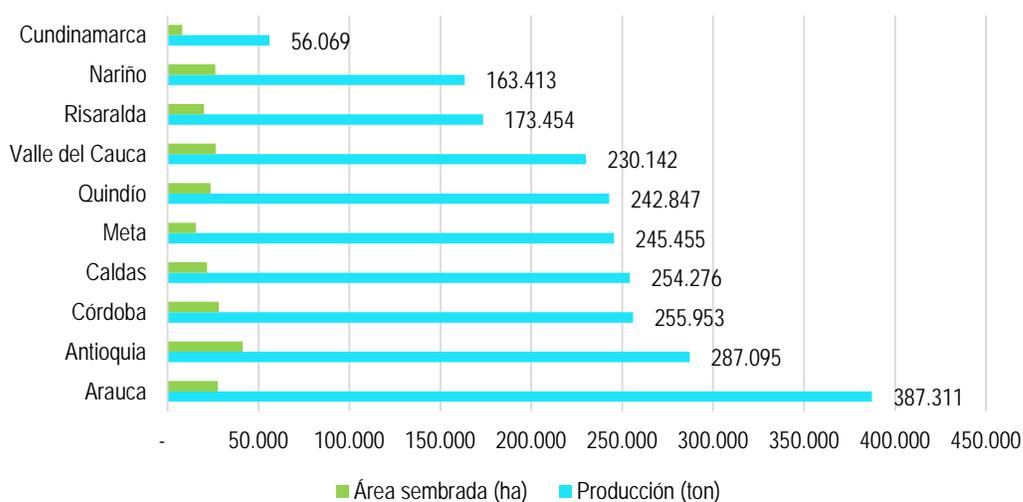


Ilustración 3. Producción (ton) departamental del Plátano 2014  
Fuente: (MinAgricultura, 2014)

El Departamento de Cundinamarca se ubica en la posición 17, después de Norte de Santander y Caquetá, con un producción de 56.069 ton., con una participación del 1,7% de la producción nacional.

Los departamentos con menor producción son Vichada, Guainía, Amazonas y Vaupés, quienes suman entre ellos tan solo el 0,17% de la producción nacional.

Según las cifras de (MinAgricultura, 2014), el departamento Cundinamarca produce un total de 56.069 ton de plátano en sus 34 municipios. La producción la lidera en municipio de Sasaima con una participación del 16,4% en el departamento, seguido por el municipio de La Palma con el 13.96%, y Viotá con una producción del 11.44%. La producción restante se encuentra distribuida en los demás municipios (Ilustración 4).

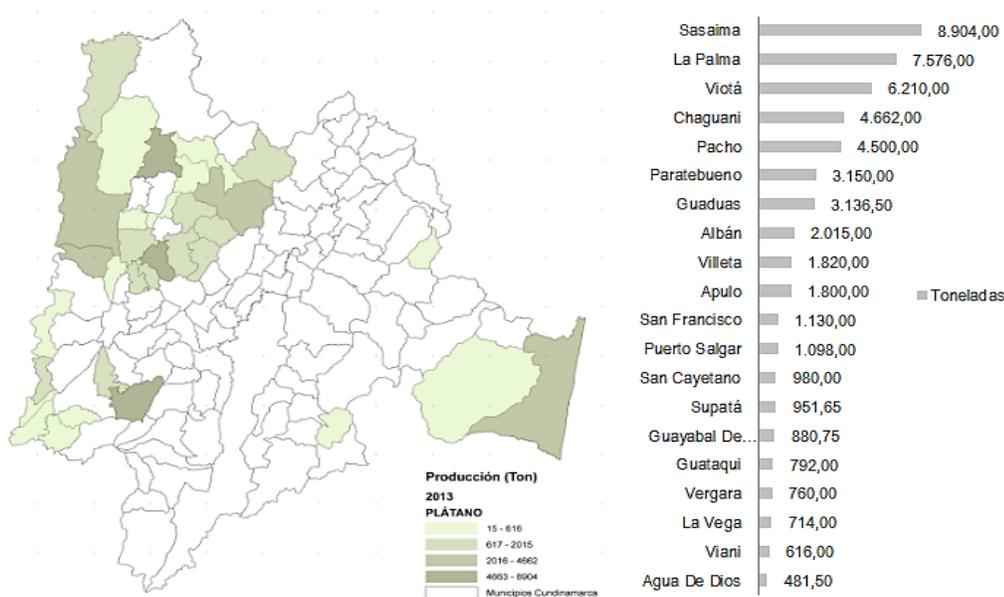


Ilustración 4. Municipios productores de Plátano en Cundinamarca  
Fuente: (MinAgricultura, 2014)

## 1.2 Identificación del Problema

En el mundo se pierde y desperdician alrededor de 1.300 millones de toneladas de alimentos al año, esta cifra equivale al 33% de la producción mundial de alimentos destinados al consumo humano (FAO, 2012), el 54% corresponde a pérdidas de alimentos presentadas en los procesos de producción, poscosecha y almacenamiento, procesamiento industrial y transporte, mientras que el 46% son desperdicios ocasionados en ventas al por menor y consumo. Según FAO, (2015) con todo el alimento que se pierde y desperdicia en el mundo, se podría alimentar a 795 millones de personas (lo que equivale al 11% de la población mundial) que sufren de hambre crónica en el mundo.

A nivel de región la situación no es diferente, del total de pérdida de alimentos mundial, el 6% se genera en América Latina y el Caribe (ALC) en donde se pierden y desperdician cerca de 127 millones de toneladas de alimentos, se estima que los alimentos que no se consumen serían suficientes para satisfacer las necesidades alimentarias de 300 millones de personas, es decir, el 7,9% de la población de toda la región de ALC. Si calculamos la cantidad de pérdida de alimento per cápita tomando toda la población de la región, equivaldría a 223 kg/persona/año (FAO, 2016).

De acuerdo al estudio realizado por el DNP (2016), la oferta nacional disponible de alimentos para Colombia es de 28,5 millones de toneladas, la cual se considera destinada para el consumo humano. Sin embargo, se pierde y desperdicia el 34% de la oferta total, es decir, que 9,76 millones de toneladas de alimentos nunca llegan a las mesas de las familias colombianas por diferentes razones, de las cuales el 64% corresponde a pérdidas y el 36% a desperdicios. Las pérdidas de alimentos se distribuyen de la siguiente forma: producción se pierde el 40,5%, en almacenamiento el 19,8% y en industria el 3,5%, mientras que los desperdicios tienen el siguiente comportamiento: distribución y venta al retail el 20,6% y en consumo el 15,6%.

En Colombia, el tema de seguridad alimentaria y nutricional ha dado pie para la construcción del documento CONPES 113 de 2008, en el cual se establece la Política Pública de Seguridad Alimentaria y Nutricional (DNP, 2008). En la cual se define como prioritario todo lo relacionado a la disponibilidad de alimentos y el acceso a los mismos, siendo el tema de pérdidas de alimentos el principal factor a intervenir con el fin de garantizar a la población colombiana el aprovechamiento de los alimentos producidos con destino a consumo humano. El Ministerio de Salud y Protección Social, (2015) en su reporte del análisis de la situación de la salud en Colombia, manifestó que entre el año 2005 y 2013, se produjeron 3.756 muertes por desnutrición en menores de cinco años, para un promedio de 417 muertes anuales, mientras que el DNP, (2016) afirma que con los alimentos que se pierden y desperdician en Colombia, se podría alimentar a más de 8 millones de personas al año, lo que equivale a toda la población de Bogotá o alimentar durante 8 años a toda la población de La Guajira y 133 veces a los niños entre 0 y 4 años del mismo departamento.

De igual manera, los resultados de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia – ENSIN (ICBF, 2010), expresa que existen grandes falencias en la situación nutricional del país. Para Bogotá y Cundinamarca la encuesta reportó que la situación de la población materna infantil presenta graves problemas de acceso a los alimentos. La prevalencia de desnutrición crónica en niños y niñas de 0 a 4 años es de 16.4% en Bogotá y del 13.1% en Cundinamarca, lo cual demuestra las deficientes condiciones de alimentación y de calidad de vida de los niños y niñas. El Plan de Desarrollo Bogotá Humana considera la disponibilidad de alimentos como el eslabón inicial para hacer frente al problema de inseguridad alimentaria que enfrenta la ciudad. Según el Plan, en 2011 el 24,3% de los habitantes de la ciudad se encontraba en condiciones de inseguridad

alimentaria, del cual el 0.9% estaba en inseguridad alimentaria severa, el 5,2% en moderada y el 18,2% en leve.

Así mismo, aunque estudios anteriores han incluido en sus investigaciones el tema de pérdidas y desperdicios de alimentos, la gran mayoría lo ha tratado desde un enfoque nutricional haciendo referencia a la pérdidas de calorías y nutrientes, mientras que otros investigadores lo han trabajado desde un enfoque por procesos, realizando análisis y cuantificación de manera agregada definiendo grandes procesos y en ciertos casos han recurrido a supuestos sobre los niveles de pérdidas y desperdicio de alimentos.

Es por lo anterior, que se considera relevante tratar el problema de pérdidas de alimentos a partir del desarrollo de actividades logísticas en las cadenas de suministro de alimentos, realizando un estudio específico y en mayor detalle de los niveles de pérdidas del producto en cada uno de los procesos y actores que conforman la CSA, con el fin de proponer soluciones específicas enfocadas a minimizar las pérdidas y desperdicios, garantizando así la disponibilidad y el acceso al producto, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y nutricional del país.

La presente propuesta de investigación se enmarca dentro del Programa titulado “Corredor Tecnológico Agroindustrial de Bogotá y Cundinamarca – Derivado 2” que ha sido resultado de la articulación entre diferentes sectores (académico, gubernamental y productivo), y se desarrollará específicamente en el marco del proyecto “Diagnóstico y evaluación del estado tecnológico y de procesos en el sistema operación logística y distribución en Bogotá y Cundinamarca”, que tiene como objeto realizar un diagnóstico sobre el funcionamiento y la complejidad del sistema logístico, el cual abarca los procesos de transporte, abasto, acopio y distribución de productos perecederos. Se parte del reconocimiento de los actores que integran la cadena de suministro desde la unidad productiva, incluyendo almacenes, proveedores, productores, distribuidores y medios de transporte de alimentos que ingresan a la zona urbana de Bogotá.

El proyecto contempla en total 24 productos alimentarios, entre frutas, vegetales, tubérculos y carnes, de los cuales se seleccionó una cadena de suministro específica para la realización del estudio de caso, partiendo principalmente del criterio de acceso a la información primaria, y participación de actores, definiendo al Plátano como producto del caso de estudio, el cual cuenta con un capítulo en el presente documento en donde se realiza la caracterización del producto.

Partiendo de las dificultades y problemáticas existentes en la actualidad con relación a la distribución de alimentos en la región, así como la revisión de los avances y resultados de investigaciones relacionadas con el área de conocimiento en logística, y con el propósito de adelantar una investigación coherente con el alcance de una tesis de nivel de maestría se propone la siguiente pregunta de *investigación*:

- ***¿Qué estrategias permitiría una reducción significativa del nivel de pérdidas en la cadena de suministro de Plátano en Cundinamarca y Bogotá región?***

### 1.3 Justificación

Las crisis alimentarias recientes y la preocupación cada vez mayor por los efectos del cambio climático a nivel mundial, han situado a la agricultura en un lugar prioritario en las organizaciones y gobiernos del mundo. Diversos estudios han reconocido la importancia de la gestión alimentaria en la erradicación de la pobreza y la consecución de una agricultura sostenible (FAO, 2012). Del mismo modo la inversión en el desarrollo agrícola constituye una de las estrategias más importantes y efectivas para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza en las zonas rurales.

Para Alston, 2010 la inversión agrícola es fundamental para erradicar el hambre a través de las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional, así mismo, dicha inversión en agricultura y el desarrollo de sus sectores auxiliares pueden aumentar la disponibilidad de alimentos en el mercado y contribuir a que los precios al consumidor se mantengan bajos, permitiendo así que los alimentos sean más accesibles para los consumidores rurales y urbanos.

Al garantizar la disponibilidad de los alimentos básicos y precios más bajos, los consumidores pueden mejorar su alimentación con una mayor variedad de alimentos, tales como hortalizas, frutas, huevos y leche, y lograr una mejor utilización de nutrientes en la dieta (Bouis, Graham, & Welch, 2000). El desarrollo del sector agrícola también pueden reducir la vulnerabilidad del suministro de alimentos ante las crisis y promover la estabilidad del consumo, sin embargo, dichos esfuerzos terminan siendo en vano si no se toman acciones para controlar y disminuir la pérdida y el desperdicio de alimentos.

Las pérdidas y desperdicios de alimentos impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reducen la disponibilidad local y mundial de comida, generan pérdidas de ingresos para los productores, aumentan los precios para los consumidores e impactan de manera negativa en su nutrición y salud, de igual manera afectan al medio ambiente debido a la utilización no sostenible de los recursos naturales (FAO, 2014b, 2017).

Recientemente, las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el mundo ha recibido atención y ha gozado de visibilidad (HLPE, 2014). De acuerdo con la (FAO, 2012), casi una tercera parte de los alimentos producidos para el consumo humano —aproximadamente 1.300 millones de toneladas anuales— se pierden o desperdician a escala mundial, lo que ha ocasionado que la reducción de este fenómeno se presente como una prioridad fundamental para mejorar la seguridad alimentaria y reducir la huella medioambiental de los sistemas alimentarios.

Es importante definir entonces, que las pérdidas de alimentos generadas en las CSA, hace referencia a la disminución de la masa disponible para el consumo humano, principalmente en las fases de producción, post-cosecha, almacenamiento y transporte. El desperdicio de alimentos se refiere a las pérdidas derivadas de la decisión de desechar los alimentos que todavía tienen valor y se asocia principalmente con el comportamiento de los vendedores mayoristas y minoristas, servicios de venta de comida y consumidores (FAO, 2014a).

De acuerdo al Centro Mundial de Preservación de Alimentos (WFPC), en los países en desarrollo las pérdidas post-cosecha a menudo superan el 50%. La tendencia de consumo de alimentos frescos y su crecimiento global, viene ocasionando diversas problemáticas de oferta y distribución a lo largo de las cadenas agroalimentarias en los países en desarrollo y en transición (Argenti & Marocchino, 2007). Una de las problemáticas que demanda de mayor atención y estudio es la relacionada a la pérdida y desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción agrícola inicial hasta el consumo final en los hogares. En los países de ingresos altos y medianos, los alimentos se desperdician de manera significativa en la etapa del consumo, lo que significa que se desechan incluso siendo aún adecuados para el consumo humano. En los países de ingresos bajos, los alimentos se pierden principalmente durante las primeras etapas y las etapas intermedias de la cadena de suministro y se desperdician en menor proporción durante el consumo (FAO, 2012).

Las causas de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en los países en desarrollo están principalmente relacionadas con las limitaciones económicas, técnicas, de comercialización e infraestructura, ésta última relacionada directamente a infraestructura (medios) y prácticas logísticas (modos) - almacenamiento y transporte - especialmente dirigidas a la refrigeración de los alimentos en condiciones climáticas difíciles (FAO, 2012). Por esta razón las cadenas de suministro alimentarias en los países en desarrollo deben propender por la organización de la producción y distribución de productos, principalmente en las CSA compuestas por pequeños agricultores.

En América Latina, de acuerdo con el estudio realizado por la FAO (FAO, 2014b) cada año, la región pierde y/o desperdicia alrededor del 15% de sus alimentos disponibles. Los eslabones de la cadena donde más se pierden y desperdician alimentos son a nivel de producción y del consumidor, el 28% de los desperdicios ocurren a nivel del consumidor; el 28% de las pérdidas a nivel de producción, el 17% de los desperdicios ocurre en mercado y transporte el 22% de las pérdidas se dan durante el manejo y almacenamiento y finalmente el 6% restante a nivel de procesamiento. Así mismo, de acuerdo con las estimaciones realizadas por la FAO para el periodo 2011/2013, sólo a nivel de la venta al detalle –es decir a nivel de retail– en supermercados, tiendas, centrales de abasto, etc., los países de la región pierden entre el 2,9% y el 4,3% de su disponibilidad calórica. Con las calorías que se pierden a nivel de la venta al detalle se podría disponer de alimentos para satisfacer las necesidades alimenticias de más de 30 millones de personas - es decir, el 64% de quienes sufren de hambre en la región (FAO, 2014b).

En las CSA hay un cambio continuo en la calidad del producto desde el momento en que la materia prima sale del cultivador hasta cuando llega al consumidor. Lo anterior debido a que los alimentos presentan características específicas, especialmente los alimentos frescos, relacionadas con el carácter perecedero causando disminución de la calidad y rentabilidad. Dado la composición de las CSA, las mermas y pérdidas de alimentos son inevitables en su recorrido desde la producción hasta el consumo. Es por esto que los productos alimenticios necesitan tecnologías de transporte y almacenamiento especiales, más avanzadas, (Rong, Akkerman, & Grunow, 2011)

Por lo tanto, el diseño y gestión de CSA de productos frescos debe tener en cuenta el carácter perecedero y la variabilidad de los productos a fin de desempeñar de forma adecuada el objetivo de la función logística, es decir, entregar el producto en el momento oportuno y con el nivel de calidad deseado (Dabbene, Gay, & Sacco, 2008). La diferencia de ésta con otras cadenas de suministro está en la importancia que juegan factores como la variabilidad de precios, alta perecibilidad, calidad y la seguridad alimentaria, por lo tanto, para aumentar su competitividad es clave la estrecha relación entre la oferta y la demanda (Zanoni & Zavanella, 2012). Finalmente, la globalización y las nuevas tendencias de alimentación sana y consumo de productos frescos, se ha incrementado en el mercado de alimentos (Wilcock, Pun, Khanona, & Aung, 2004), estas propiedades se han convertido en elementos diferenciadores y muchos consumidores los prefieren demandando un precio justo.

En conclusión, las CSA son redes complejas, debido a los retos que representan varios aspectos como el carácter perecedero de los productos, el entorno complejo reglamentario de la seguridad alimentaria, las restricciones de capacidad logística, los cambios de tendencia de vida de los consumidores, las preocupaciones medioambientales y la gran cantidad de actores involucrados. Estos retos son del mismo modo evidentes en las condiciones que abarcan los procesos de producción, el procesamiento, la distribución, e incluso la eliminación, en las que existe una variabilidad de la calidad del producto incluso bajo condiciones óptimas de distribución (Mangina & Vlachos, 2005), (Yu & Nagurney, 2013).

Este carácter complejo de las CSA he hecho que ejercicios investigativos enfoquen su atención en el aumento del número de viajes como de las distancias recorridas por los alimentos, desde la finca hasta el consumidor, más conocidas como 'millas de alimentos'. Una intensificación del transporte conlleva no solo a un mayor riesgo para los alimentos sino que también a impactos negativos en los ámbitos ambientales, sociales y económicos. La creciente preocupación por estos impactos han conducido a un debate sobre si se debe tratar de medir y en última instancia, reducir las millas de alimentos (Smith, 2007). En este contexto, la logística es una función necesaria y fundamental para el aumento de la competitividad de los productos agrícolas (Malorgio & Felice, 2014).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Proponer estrategias logísticas al sistema de distribución del Plátano que permitan reducir el nivel de pérdidas del producto para la Región de Cundinamarca.

## **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar la estructura de la cadena logística, mediante la Identificación de actores, procesos y flujo de producto en el proceso de distribución de la cadena del Plátano.
- Cuantificar las pérdidas de producto presentadas en su cadena logística mediante la aplicación de la Metodología de Análisis de Flujo de Materiales.
- Identificar las principales causas de las problemáticas presentadas en el proceso de distribución y por la cuales se generan pérdidas del producto así como también las oportunidades de mejora que presenta el sistema.
- Analizar y proponer mejoras logísticas que propendan a la reducción de pérdidas en el proceso de distribución del producto.

## **2.Estado del Arte.**

En esta sección se presenta la revisión de literatura alrededor del concepto de Cadena de Suministro alimentaria, y conceptos asociados como seguridad alimentaria, pérdida de alimentos en la cadena de suministro y estrategia, realizando mayor énfasis en la bibliografía alrededor de las metodologías propuestas para la cuantificación de las pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena de suministro. Las palabras claves utilizadas para la revisión de literatura fueron: Agro-logistics, food logistics, food losses, strategy, food supply chain.

### **2.1. Cadena de Suministro Alimentaria**

En el mundo existe una justificada preocupación por la incertidumbre en el futuro del sector agroalimentario por factores como el crecimiento de la población mundial, cambios climáticos, cambios en la producción, procesamiento y el mercado de alimentos. En este sentido Lakner & Baker, (2014) realizan una investigación por escenarios a partir de expertos industriales con el fin de evaluar el futuro del sistema alimentario mundial al 2030, en el cual plantean la importancia de los alimentos por estar altamente ligado con otros sectores como la economía y el medio ambiente.

Van Der Vorst et al., (2007) realizan su análisis de las cadenas de suministro de alimentos de productos agrícolas frescos como frutas o verduras desde un enfoque un poco diferente a los realizados por la gran mayoría de estudios, en el cual no se enfocan en procesos, sino más bien, en los actores que la conforman, que pueden comprender cultivadores, transformadores, mayoristas, importadores y exportadores, minoristas y tiendas especializadas, con sus proveedores de insumos y servicios.

La seguridad alimentaria es una preocupación para los países, por ello se investiga cómo lograr eficiencia y eficacia en el sector agrícola. En la India, (Parwez, 2014) explora los problemas de la agricultura en términos de infraestructura, tecnologías de poscosecha, cadena de frío, ineficiencias de la CS en un contexto de las tecnologías de información. Mediante el levantamiento de información primaria y análisis de secundaria, estudios de caso y métodos de triangulación, establece la importancia de las acciones del gobierno en

la infraestructura y la incidencia de la eficiencia en el desarrollo de la agricultura contemporánea como paso a la seguridad alimentaria.

Teimoury, et al., (2013) plantean que existen un conjunto de elementos críticos en las CS de perecederos por la variabilidad de los precios debido a la dinámica de factores tales como inflación, importaciones, exportaciones, costos de producción y demanda. Teimoury et al, mediante un modelo combinado de agentes y dinámica de sistemas, evalúan en una cadena conformada por proveedores, mayoristas, minoristas y consumidores, como incide el establecimiento de cuotas de importación en las CS de frutas y verduras en Teheran, incluyen la elasticidad de la oferta y demanda en el precio, la incidencia de la inflación y los balances de demanda-oferta.

Para (Ala-Harja & Helo, 2015) la gestión de la CS representa una fuente importante de decisiones que afectan la eficiencia ecológica de muchos productos. En su artículo analizan los casos de la industria alimentaria, principalmente los procesos de preparación de pedidos, transporte, almacenamiento, distribución y otros aspectos desde el punto de vista ecológico. Se consideran tres ejemplos de casos de decisiones logísticas verdes en la industria de los alimentos, mediante el uso de un marco de medición de los resultados y posteriormente se comparan escenarios alternativos con indicadores financieros y ambientales. Al comparar las decisiones de la CS y analizar donde están mejorando los efectos ambientales, la eficiencia de costos y el tiempo de entrega, demuestran las dependencias entre estas medidas de desempeño.

Es así como tendencias de las últimas tres décadas han mostrado el interés por los consumidores en alimentos orgánicos, conformando redes globales para la producción y distribución de productos orgánicos de alimentos frescos, libres de fungicidas y plaguicidas. Entre los países latinoamericanos con más hectáreas certificadas está Argentina seguido de Brasil, mientras el mayor número de granjas certificadas se encuentran en México, siendo el mayor exportador, seguido de Perú. Existe una red creciente de instituciones comprometidas con el sector de productos orgánicos, que si logran una integración adecuada, permitirá un mayor desarrollo.

El tema de sostenibilidad, junto con la seguridad alimentaria y calidad, están recibiendo especial atención tanto en la práctica como en la literatura científica. (Akkerman, Farahani, & Grunow, 2010) discuten estos conceptos desde la óptica de la gestión de distribución de alimentos sobre tres niveles de decisión: diseño de la red estratégica, la planificación táctica de la red y la planificación operativa del transporte, para cada uno de los niveles analizan e identifican las contribuciones de la investigaciones realizadas, investigaciones futuras y desafíos de la industria. De igual forma, utilizaron dichos conceptos para desarrollar una revisión del estado del arte acerca de los enfoques y tendencias en la gestión de la distribución de alimentos, identificando retos específicos del sector alimenticio.

### **2.1.1. Seguridad Alimentaria**

Para (Cristescu, 2015) no es suficiente con analizar las tendencias en sostenibilidad, para el autor es igual de importante identificar el grado de innovación que éste aporta a las empresas. Por lo tanto, en su trabajo se enfoca en establecer la tipología de modelos de gestión que aportan innovación y la sostenibilidad dentro de las empresas especializadas en la industria de la calidad y la seguridad alimentaria. Así mismo, aborda problemas relacionados con el riesgo de consumo o uso de los bienes y el riesgo del proceso de producción y cómo esto se correlaciona directamente con las características de calidad de los productos y la protección de los intereses de los consumidores. Con la técnica de decisiones forzada para eliminar los factores de NO rendimiento, logra demostrar que el uso de modelos de gestión innovadores de calidad y seguridad en los alimentos tiene el potencial para mejorar la calidad del producto, simplificar las relaciones contractuales, el cumplimiento de las regulaciones, y mejorar la capacidad de respuesta a los clientes.

(Godfray et al., 2010) en su estudio afirman que existe una creciente preocupación por la seguridad alimentaria, la capacidad del mundo para proporcionar una alimentación sana y ambientalmente sostenible para todos sus pueblos. Plantean tres factores incidentes: la demanda de alimentos (crecimiento de la población, los cambios en los patrones de consumo, los efectos de la urbanización sobre el sistema alimentario y la importancia de las distribuciones del ingreso); las tendencias en el suministro futuro de alimentos y los factores exógenos que afectan al sistema alimentario (cambio climático, la competencia por el agua, la energía y la tierra).

De acuerdo con Mahajan, Garg, & Sharma, (2014), otra manera de evaluar y tratar de garantizar la seguridad alimentaria depende de la aplicación estricta de las normas de seguridad de los alimentos del Codex y la Organización Mundial del Comercio, en su estudio realizado en la India, recopilaron datos de al menos 1.000 profesionales de la CS a los cuales aplicaron un análisis de estadística descriptiva, análisis de correlación, regresión y ANOVA empírica. Los resultados indican que todas las normas de seguridad alimentaria globales establecidas por la OMC, tales como las prácticas de fabricación de bienes, buenas prácticas de higiene, análisis de riesgos y puntos críticos de control, efectivamente han incorporado altos niveles de calidad y seguridad al procesamiento de alimentos en un ámbito mundial, protegen la salud de los consumidores y la seguridad alimentaria a futuro.

La calidad de los alimentos es punto crítico para la supervivencia de los seres humanos, junto con la seguridad alimentaria son elementos esenciales para la salud, la economía y el desarrollo sostenible de los países. Yuen & Cheng, (2015a) prestan gran atención al incremento en la tasa de casos de contaminación de alimentos y retiro de productos alimenticios en los últimos años, convirtiéndose en una preocupación alrededor del mundo y afectando la estabilidad de las CSA. La calidad, bien sea, en el producto mismo que se entrega al cliente o la reducción de desperdicios en la administración de la calidad en la CS fue indagada por los investigadores quienes aplicaron un caso de estudio a una cadena

comidas rápidas en Hong Kong. Empleando la trazabilidad apoyada en un sistema de identificación por radio frecuencia, el análisis de peligros y control de puntos críticos (Hazard Analysis and Critical Control Point HACCP), y el empleo de unidades de indicadores clave de rendimiento (KPI) brindan una medida de control de la calidad de los productos a lo largo de la cadena. Estas medidas tienen un mejor ambiente en un escenario de integración vertical. Se advierte además que la aplicación de estas medidas fueron extraídas de un análisis cualitativo validado en un caso puntual y muy específico.

También respecto a la calidad pero en este particular, refiriéndose al desempeño de la herramienta misma, la identificación por radio frecuencia, Lawal et al., (2015) realizan una evaluación del desempeño de tecnologías RFID en la entrega de productos alimenticios y de vestuario.

### 2.1.2. Pérdida de Alimentos

En los últimos años, ha tomado importancia la reducción de pérdidas de alimentos en el sistema alimentario mundial. (Inamura, Jeong, & Bagherzadeh, 2014) realizaron una revisión de las estadísticas sobre residuos de alimentos que existen en la actualidad y exploraron las políticas existentes relacionadas. Para llevar a cabo su investigación, recurren a fuentes de información públicas, posteriormente validadas con diferentes agentes expertos en el sector alimentario tales como comunidades políticas, del sector productivo, la academia y otros actores de interés en la reducción de pérdidas de alimentos. El estudio concluye que hay muchas iniciativas regionales e internacionales que se esfuerzan por definir, medir y reducir las pérdidas de alimentos.

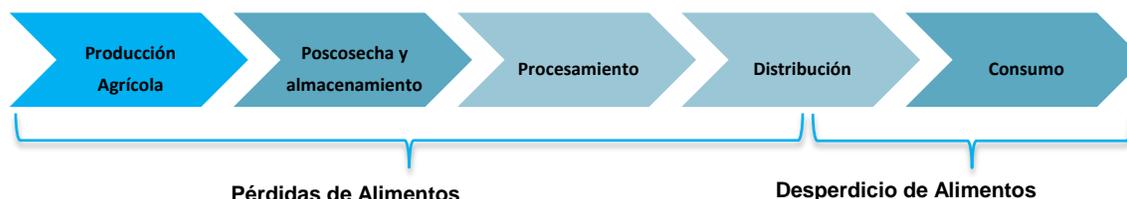


Ilustración 5. Clasificación de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos  
Fuente: FAO, 2011

De acuerdo a FAO, las pérdidas de alimentos se refieren a la pérdida de la masa de alimentos para consumo humano y se producen en las fases de producción agrícola, poscosecha y almacenamiento y procesamiento. Mientras que el desperdicio de alimentos, se produce en la fase de distribución y consumo (Ilustración 5).

De igual manera, (FAO, 2012) por años han estudiado y evaluado el tema sobre pérdidas y desperdicios de alimentos, es sus estudios se destacan las pérdidas que se producen a lo largo de toda la CSA y de igual forma plantean posibles maneras de prevenirlas. Los resultados del estudio sugieren que alrededor de un tercio de la producción de los

alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo cual equivale aproximadamente a 1.300 millones de toneladas al año.

Los estudios concluyen que las causas de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en países de ingresos bajos están principalmente relacionadas con: limitaciones económicas, técnicas de aprovechamiento, la infraestructura, el envasado y los sistemas de comercialización, instalaciones para el almacenamiento y la refrigeración en condiciones climáticas difíciles. Mientras que los países en desarrollo debe invertir en: infraestructura, transporte, industrias alimentarias y de envasado, y a la vez involucrar a los sectores públicos y privados quienes tienen una función importante para alcanzar dichos objetivos.

Así mismo, logran identificar que existen grandes vacíos de datos sobre las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el mundo, por lo cual, la institución recomienda seguir desarrollando investigaciones en este campo.

La reducción de las pérdidas por desperdicios y el incremento de la utilidad de los minoristas fue el problema que abordaron (Wang & Li, 2012), quienes basados en un enfoque dinámico con un enfoque de políticas de precios que responda a la vida útil de los productos la cual se identifica de manera precisa para cada producto con un sistema de monitoreo y trazabilidad cuyo análisis numérico, ilustrado con un caso de estudio, proveen un modelo dinámico discreto que facilita el seguimiento y rastreo de los productos a lo largo de la cadena y suministra información dinámica respecto a la vida útil del producto con base en la cual se pueden ajustar precios que maximicen la competitividad de la cadena.

La estrategia de suministro con eficiencia y eficacia, productos de calidad y niveles aceptables de residuos de productos en cadenas internacionales de productos perecederos son una preocupación en un mundo globalizado. En este sentido (Rijkema, WA, Rossi, R & van der Vorst, 2014) determinan la estrategia adecuada de suministro para la cadena de fresa en Bélgica de una empresa de distribución mundial, teniendo en cuenta las pérdidas en transporte y almacenamiento por vida útil. Encuentran que al incluir los costos por pérdidas de vida útil en las estrategias de abastecimiento se reduce significativamente el desperdicio de producto y la mejora de la calidad del producto, a pesar que los costos de transporte se elevan, en comparación de las estrategias actuales que generan grandes desperdicios y producto entregado con baja calidad.

De acuerdo a (Bräutigam, Jörissen, & Priefer, 2014), las pérdidas y desperdicio de alimentos son principalmente un problema social, con implicaciones éticas, ecológicas y económicas. En su investigación, los autores pretenden en principio conocer las causas y la magnitud de la generación de residuos de alimentos a lo largo de la CS, lo anterior, con el fin de contribuir a cumplir el objetivo de la Comisión Europea referente a reducir el desperdicio de alimentos a la mitad para el año 2020.

Para ello, los investigadores se apoyan de la base de datos disponible por la Comisión Europea, sin embargo se parte del hecho de que son datos muy heterogéneos y existen

dudas referentes a su fiabilidad. La revisión ofrece una visión general de los datos analizados acerca de la generación de residuos de alimentos para cada uno de los estados miembros de la Unión Europea, desglosados en las distintas etapas de las cadenas alimentarias y diferenciadas por grupos de productos. El análisis muestra que los resultados difieren significativamente, dependiendo de las fuentes de datos elegidos y las suposiciones hechas, por lo cual se aconseja realizar investigaciones futuras con el fin de mejorar los datos disponibles que construyen la base para el seguimiento y la gestión de los residuos de alimentos.

A diferencia de los países desarrollados, (Mart, Menacho, & Pach, 2014) afirman que para los países en desarrollo es aún más difícil medir las pérdidas y desperdicios de alimentos. Varias investigaciones se han desarrollado en este tema; sin embargo, ninguna ha logrado evidenciar cuánta cantidad de alimentos está siendo realmente pérdida y/o desperdiciada, o al menos, ninguna ha contado con la suficiente evidencia para soportar su investigación.

Mart et al., (2014) en su artículo de reflexión, buscan describir los diferentes enfoques y significado de residuos, pérdida y desperdicio de alimentos. Se comparan los países industrializados y los países en desarrollo y finalmente se concluye que las pérdidas más importantes son en la fase de consumo en países industrializados, y en la fase de cultivo y cosecha en los países en desarrollo. Por otra parte, nuevos hábitos de consumo, así como el mejoramiento de los procesos de cultivos y cosecha podrían ser una opción para reducir este problema, especialmente en los países en desarrollo.

### **2.1.3.Métodos de cuantificación de pérdidas de alimentos.**

La medición consistente de las pérdidas de alimentos es un primer paso necesario para alcanzar el objetivo de reducir las pérdidas poscosecha (PHL). Según lo indicado por (Aulakh & Regmi, 2013) no se ha avanzado mucho en esta dirección debido a los "vacíos en la medición", en vista de que actualmente no existe una definición única de pérdidas de alimentos, como tampoco existen metodologías concertadas y validadas para la medición consistente de las pérdidas. El problema surge en la uniformidad en la medición de las pérdidas debido a las diferencias sociales, económicas, ambientales y políticas entre las diferentes regiones del mundo.

(Boxall, 1986) en su estudio sobre pérdidas, presenta una clasificación de los posibles tipos de pérdidas que pueden ocurrir al hablar de alimentos (Ilustración 6).

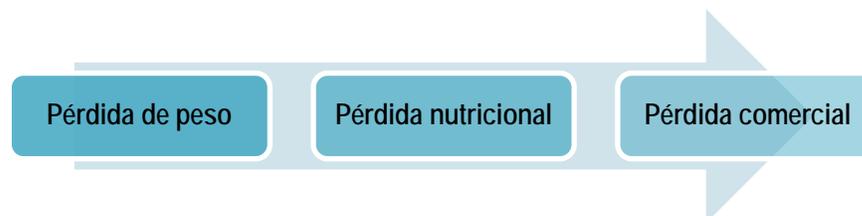


Ilustración 6. Tipos de pérdida de alimentos  
Fuente: (Boxall, 1986)

La pérdida de peso puede indicar una pérdida debido a la reducción del contenido de humedad o como resultado de la alimentación de insectos, roedores y aves, o de derrames, lo cual puede deberse a una mala manipulación de las actividades de plagas. Los cambios de humedad pueden conducir a un aumento de peso y, en algunos casos, la producción de agua por una infestación de insectos puede compensar parcialmente la pérdida de peso.

La pérdida nutricional, en cierto sentido, es el producto de las pérdidas cuantitativas y cualitativas, pero más específicamente, es la pérdida en términos de valor nutricional para la población humana afectada. Finalmente, las pérdidas comerciales pueden ocurrir como una consecuencia directa de cualquiera de los factores exterior o indirectamente como el costo de las acciones preventivas o correctivas requeridas, incluyendo la del equipo necesario.

Las estimaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las pérdidas poscosecha, lamentablemente, no se basan en una metodología robusta. Sin embargo, el desarrollo de una metodología consistente para estimar las pérdidas poscosecha deberá redundar en gran medida en los esfuerzos de la FAO en éste ámbito (Aulakh & Regmi, 2013).

A continuación se presenta a manera de resumen, algunos estudios realizados en el tema y que ofrecerán un contexto general del tema.

Tabla 1. Estudios Metodológicos para la Cuantificación de pérdidas de alimentos

Fuente: Ajustado de (Aulakh & Regmi, 2013).

AUTOR/AÑO	MÉTODO	PRODUCTO	PROCESO	PAIS
<b>(Bourne, 1977)</b>	Afirmó que el método para medir el alimento en la cadena de poscosecha debe basarse en el peso expresado en una base libre de humedad.  Su método de cuantificación de pérdidas se preocupó por resaltar que al sumar las cifras de pérdidas en varios pasos a lo largo de la cadena de cosecha, genera un error común de sumar el porcentaje de pérdida en cada etapa para mantener la pérdida total. Esto conduce a cifras de pérdida globales que son demasiado grandes porque asume que cada pérdida es un porcentaje del peso original del material. De hecho, dado que cada porcentaje de pérdida se expresa como un porcentaje de la cantidad en la etapa anterior, el porcentaje se aplica a una base decreciente.	Arroz y trigo	Toda la cadena de Suministro (poscosecha)	Australia
<b>(Boxall, 1986)</b>	Afirmó que la mayoría de los métodos de evaluación anteriores son relativamente lentos y exigen personal y equipo especializado. En este estudio desarrollan un sistema de escala de 1-6 dependiendo del daño a las mazorcas. Se establecieron coeficientes para cada clase de daño usando una modificación de la técnica de conteo y peso.	Maíz, trigo y arroz	Evaluación de pérdidas a nivel de finca. (pérdidas en proceso de cosecha, trillado, secado,	Nepal

	<p>Se obtuvieron muestras para cada una de las seis clases de daño. La pérdida media de peso para cada clase de daño se utilizó como estimación preliminar del coeficiente. Posteriormente se ajustaron después de obtener ajuste entre el porcentaje visible de pérdida de grano (Visloss) y la pérdida de peso de mazorca (Wgtloss). La pérdida visible se estimó usando escala visual y método de peso y Wgtloss se estimó por peso modificado y método de conteo. Estos coeficientes se ajustaron repetidamente dentro de rangos razonables para dar el mejor ajuste entre la pérdida visual y pérdida de peso.</p>		<p>procesamiento, y cocción)</p>	
<p><b>(Compton, Floyd, Ofosu, &amp; Agbo, 1998)</b></p>	<p>El método convencional para estimar las pérdidas en el maíz es tomar la relación de pesos de las mazorcas desechadas sobre las buenas mazorcas. Este método tiende a subestimar las pérdidas, ya que no tiene en cuenta las mazorcas parcialmente buenas o dañadas. Por lo tanto, propusieron un método de recuento y pesaje modificado (método gravimétrico) para evaluar la pérdida de peso en mazorcas de maíz almacenadas.</p>	<p>Maíz</p>	<p>Evaluación de pérdidas en almacenamiento (Daños causados por plagas e insectos)</p>	<p>Ghana</p>
<p><b>Pantenius, C.U. 1998</b></p>	<p>Para estimar las pérdidas de almacenamiento en los graneros tradicionales de maíz durante dos años 1983-1985 se utilizaron "el método de conteo y pesaje", "el volumen/peso estándar" y el "método de mil granos".</p> <p>El método de contar y pesar fue identificado como el mejor método de medición. 12-13% de pérdidas ocurrieron después de 6 meses en almacenamiento híbridos, mientras que sólo 3% en los métodos tradicionales.</p>	<p>Maíz</p>	<p>Almacén</p>	<p>Togo</p>
<p><b>(Compton &amp; Sherington, 1999)</b></p>	<p>Reemplazó el método de conteo y peso por el método de estimación de pérdidas visuales para la evaluación rápida de pérdidas. Las estimaciones de pérdida de peso después de la recolección en los lotes de muestras están en el intervalo de 4,8% - 21,5%. Se estableció como un método más rápido para las estimaciones de pérdidas.</p>	<p>Maíz</p>	<p>Almacén (pérdidas por plagas de insectos)</p>	<p>Ghana</p>
<p><b>(Haile, 2006)</b></p>	<p>El estudio se enfocó en evaluar las pérdidas en sorgo y garbanzo, además de evaluar un tratamiento químico para el control del insecto "de arena" "arenilla". Se recogieron datos mensuales sobre el número de huevos, el número de agujeros, el daño de grano, la pérdida de peso y la germinación de granos recogidos al azar en 20 bolsas de almacenamiento de sorgo y garbanzos tratados.</p> <p>La pérdida de peso y la germinación aumentaron con el aumento en el período de almacenamiento, los tratamientos químicos fueron mejores en comparación con otras alternativas disponibles.</p>	<p>Sorgo y garbanzo</p>	<p>Almacén en finca</p>	
<p><b>(Gangwar, Singh, &amp; Singh, 2007)</b></p>	<p>Estimación de pérdidas poscosecha para un producto perecedero, utilizando técnicas de muestreo aleatorio en la región de producción más grande del estado. Después de la selección de la región, cuatro aldeas fueron elegidas al azar y los cultivadores de mandarina se agruparon en tres categorías dependiendo del tamaño de sus huertos:</p>	<p>Mandarina (cítrico)</p>	<p>Recolección y comercialización</p>	<p>Punjab (India)</p>

	<p>(1) menos de 2 ha; (li) 2-5 ha; Y (iii) superior a 5 ha. Los datos se recolectaron durante las campañas de recolección y comercialización de frutas a través de un cuestionario previamente probado mediante un método de entrevista personal. Se utilizaron promedios y porcentajes simples para calcular las pérdidas poscosecha en diferentes etapas identificadas en la cadena de suministro de la mandarina.</p> <p>Se adoptaron dos métodos de cosecha, el primer método consistió en dejarlos caer en el suelo y el segundo utilizando herramientas de corte, seguido de la recogida de frutas en cajas o bolsas. En el primer método se registraron PHL en el nivel de recolección de 10,63% en comparación con sólo 2,51% en el segundo método. PHL también varió dependiendo de la distancia al mercado. Cuando se comercializan a mercados de media distancia, los PHL eran 5.15% mientras que para mercados de larga distancia eran 8.17%. Las pérdidas totales fueron del 14,47% para el mercado de Delhi y del 21,91% para el mercado de Bangalore.</p>			
<b>(Basavaraja, Mahajanashetti, &amp; Udagatti, 2007)</b>	<p>El estudio estima las PHL en cereales, y fue diseñado para identificar qué etapa de la poscosecha es responsable de la mayor pérdida. Se recopiló datos de encuestas de 100 agricultores, 20 mayoristas, 20 procesadores y 20 minoristas para el año 2003. Se utilizó la regresión lineal para examinar el papel de los diferentes factores que afectan las pérdidas poscosecha en la cadena de suministro del arroz desde el campo hasta los procesadores y vendedores. Se identificó que la etapa de almacenamiento contribuyó al mayor porcentaje de pérdida de peso a lo largo de toda la cadena de suministro. Las pérdidas a nivel de finca se estimaron en 3.82% para el arroz y 3.28% para el trigo. El nivel de educación de los agricultores y las condiciones climáticas también tuvieron un impacto significativo en las pérdidas poscosecha.</p>	Cereales (arroz y trigo)	Toda la Cadena de Suministro	Karnataka (India).
<b>(Aulakh &amp; Regmi, 2013)</b>	<p>El objetivo de este estudio fue desarrollar un marco coherente y completo para la estimación de PHL, adicionalmente su investigación incluye el desarrollo de modelos econométricos con socios y colaboradores para estimar PHL para países y productos seleccionados.</p> <p>Consideró que las PHL totales en cualquier etapa posterior a la cosecha para un producto y región dado, es la suma total de pérdidas de alimentos que ocurren en cada etapa del proceso.</p>	Indiferente	Toda la Cadena de Suministro	Indiferente
<b>(Beretta, Stoessel, Baier, &amp; Hellweg, 2013)</b>	<p>Empela un análisis del flujo energético de la cadena de valor alimentario destinada a satisfacer la demanda alimentaria de Suiza, incluyendo la importación neta de productos. Emplea un diagrama de flujos para ilustrar los flujos regulares de alimentos para el consumo humano, las pérdidas de alimentos dirigidas a la alimentación del ganado, las pérdidas utilizadas para la generación de productos no alimentarios, las pérdidas de alimentos para</p>	Todos los alimentos	Toda la Cadena de suministro	Suiza

	restantes y los alimentos donados. Los números se definen como TJ/a. Adicionalmente se definen los límites del sistema, y las etapas de la cadena de valor de los alimentos.			
(Gustavsson et al., 2013)	<p>Al cuantificar los volúmenes de alimentos perdidos y desperdiciados en diferentes regiones del mundo a lo largo de la cadena de suministro de alimentos, se utilizó una metodología de <i>Balance de Flujo de alimentos</i> (FBS por sus siglas en inglés) a partir del año 2007, los datos fueron tomados de (FAOSTAT 2010) para examinar los flujos masivos de cada grupo de productos básicos.</p> <p>Los alimentos disponibles para el consumo humano (J) es el resultado después de restar lo disponible para alimento de animales (F), semilla (G), procesamiento (H) y otros requerimientos(I) de la cantidad de suministro nacional (E).</p> <p>FBS incluyen estimaciones de pérdidas poscosecha durante la manipulación, almacenamiento y transporte entre la finca y la distribución. El FBS no debe considerarse totalmente fiable debido a que sufren vacíos de datos, especialmente en lo referente a la utilización para la alimentación animal, la semilla y la fabricación.</p>	Todos los alimentos	Toda la Cadena de Suministro	Indiferente

En la década de 2000, los métodos de estimación comenzaron a adoptar un enfoque más holístico mediante la incorporación de más etapas de la cadena de valor, ya que cualquier etapa puede actuar como un punto de pérdida de alimentos (FLP). Dado que el almacenamiento ha sido el objetivo principal, como se ha mencionado varias veces, algunos estudios se realizaron posteriormente para medir el impacto de diversos tipos de tratamientos de insectos en la etapa de almacenamiento (Haile, 2006). Se hicieron intentos para estimar los PHL en toda la cadena de valor de la materia estudiada, por ejemplo, Mandarina, arroz y trigo en la India (Basavaraja et al., 2007; Gangwar et al., 2007). Los autores que utilizan un enfoque de medición más holístico encontraron la ventaja añadida de identificar la etapa que contribuye más al daño de PHL (Aulakh & Regmi, 2013).

Tabla 2. Métodos para cuantificar pérdidas de alimentos.  
Fuente: Tomado de (World Resources Institute, 2016)

	Método	Definición
<b>Medición o aproximación</b>	1. Pesaje directo	Mediante el uso de un mecanismo de medición para determinar el peso de las pérdidas.
	2. Contar	Evaluar el número de elementos que componen la pérdida y usar el resultado para determinar el peso; Incluye el uso de datos de escáner y "escalas visuales"
	3. Evaluar volumen	Evaluar el espacio físico ocupado por las pérdidas y usar el resultado para determinar su peso.
	4. Análisis de la composición de residuos	Separar físicamente de la pérdida de otro material para determinar su peso y composición
	5. Archivos	Utilizando piezas individuales de datos que se han escrito o guardado, y que a menudo se recogen de

		forma rutinaria por razones distintas a la cuantificación de pérdidas.
	6. Registro Diario	Mantener un registro diario de las pérdidas y otra información.
	7. Encuesta	Recopilación de datos sobre cantidades de pérdidas u otra información de un número determinado de individuos o entidades a través de un conjunto de preguntas estructuradas.
<b>Inferencia por cálculo</b>	8. Balance de masas	Medición de insumos (entradas) y salidas junto con cambios en los niveles de existencias y cambios en el peso de los alimentos durante el procesamiento
	9. Modelación	Utilizando un enfoque matemático basado en la interacción de múltiples factores que influyen en la generación de pérdidas.

### 2.1.4.Estrategía

Durante años, la literatura ha prestado mucha atención en comprender la relación que existe entre la estrategia operativa y los entornos, las opciones de gestión y las estrategias competitivas (Paiva & Vieira, 2011). Aunque la estrategia operativa ha sido bien entendida desde una perspectiva organizacional, la evolución de las prácticas y las teorías pueden requerir una nueva comprensión de estrategia en el contexto de la cadena de suministro (Yinan, Baofeng, & Zhiqiang, 2017)

Yinan, Baofeng, & Zhiqiang, (2017), presentan un ejemplo de como una empresa electrónica con más de un millón de empleados y 60.000 millones de dólares de ventas anuales, adopta una estrategia de operaciones y de producción limpia, así como, una integración de la cadena de suministro. Bajo esta estas estrategia, la organización reduce los desperdicios y los costos de varias maneras. Internamente, construyen la cultura organizativa de "tiempo es dinero", trabajo en equipo y compartición de recursos, mejora de procesos y Control de calidad para aumentar la eficiencia y reducir costos. Externamente, utilizan métodos just-in-time y de inventario de gestión de proveedores (VMI) para integrarse con los proveedores y reducir los costos de compra.

Los cambios en la estrategia y el entorno deben estar alineados con el cambio de la estrategia de la cadena de suministro, pero no hay una respuesta clara sobre cómo realizar ese cambio en la literatura actual (Perez-Franco et al., 2016). Por lo tanto, es interesante e instructivo reconsiderar la estrategia operativa desde la perspectiva de la gestión de la cadena de suministro en nuevos entornos. Además, las decisiones sobre el diseño de redes de producción y cadena de suministro son cada vez más importantes para que las organizaciones obtenga una ventaja competitiva (Macchion et al., 2015; Yinan et al., 2017).

Una estrategia operativa comprende "políticas generales y planes para utilizar los recursos de una empresa, la cual debe integrarse con la estrategia corporativa" (Jacobs y Chase,

2011, p.23). Estas políticas y planes se describen generalmente de acuerdo con las prioridades, cuatro dimensiones competitivas descritas por Skinner (1969), las cuales hacen referencia a: costo, calidad, flexibilidad y entrega.

La estrategia en una cadena de suministro describe cómo una empresa puede obtener ventajas competitivas a través de las capacidades de la cadena de suministro, tales como la eficiencia de costos, la velocidad de respuesta y la flexibilidad (Qi, Zhao, & Sheu, 2011). La literatura ha clasificado las estrategia de la CS en dos categorías genéricas: eficiente y ágil (Yusuf et al., 2004). Mientras que la estrategia en una CS eficiente, simplifica eficientemente toda la cadena, una estrategia en una SC ágil se centra en la reconfiguración de una cadena de suministro en respuesta a entornos inciertos y dinámicos (Naylor et al., 1999). El uso de nuevas tecnologías, como la identificación por radiofrecuencia (RFID) y las nuevas técnicas de gestión, como el aplazamiento, podrían mitigar los conflictos internos de la estrategia operativa para lograr SCS (Kwok & Wu, 2009). Hilletoft, (2009) también argumentó que una estrategia de CS diferenciada requeriría la combinación de diferentes estrategias de suministro, fabricación y distribución basadas en las observaciones en dos casos.

### 3. Metodología de Investigación

El presente trabajo de investigación se enmarca en un estudio exploratorio, que se desarrolla bajo un enfoque de método mixto con un alcance propositivo, el cual se apoya en estrategias cuantitativas y cualitativas tal como lo indica (Creswell, 2013). La investigación presenta dos momentos, el primero cualitativo en el cual se describe el sistema de distribución y las principales características de la Cadena de Suministro del Plátano. El segundo cuantitativo, en el cual se realiza la medición de las pérdidas del producto en el proceso de distribución, para finalizar con la propuesta de mejoras logísticas que mitiguen las pérdidas previamente evaluadas.

La metodología contempla un caso de estudio, en el cual se evaluará las pérdidas de producto presentadas en la Cadena de suministro del Plátano en el Municipio de Cundinamarca, departamento en el cual se desarrolla el proyecto “Corredor Tecnológico de Cundinamarca – Derivado 2” y en el cual se enmarca el presente trabajo de investigación. Así mismo, se prevee el diseño y uso de instrumentos de recolección de información (cuestionarios), y el uso de software especializados. Bajo el enfoque mixto adoptado en la investigación, se proponen tres fases: una descriptiva, una analítica y otra propositiva, las cuales se presentan en el siguiente diagrama:

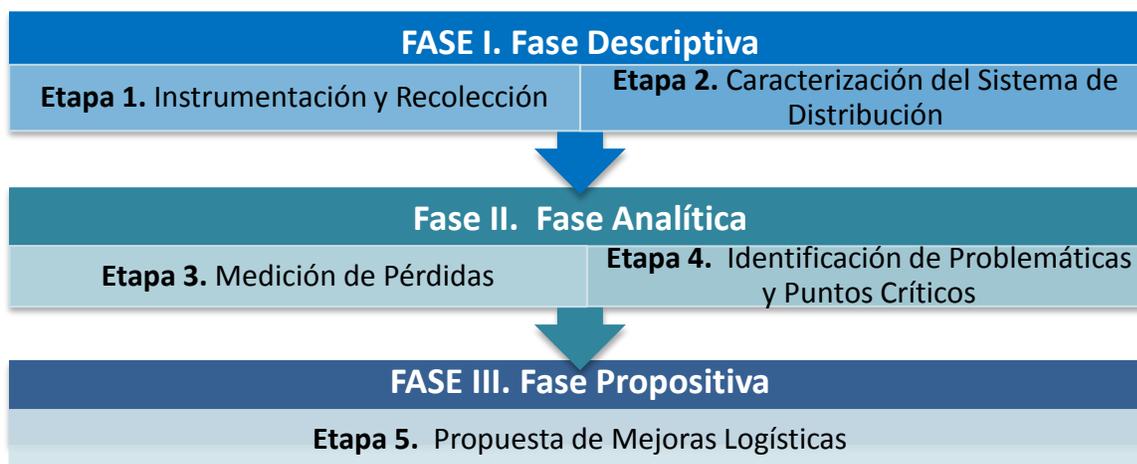


Ilustración 7. Metodología propuesta para la investigación  
Fuente: Elaboración propia

La fase descriptiva, se analizan variables cualitativas y cuantitativas con el objetivo de realizar a partir de información cualitativa la caracterización de la red de distribución del Plátano, con el fin de fijar una línea base para el resto de la investigación, dicha descripción define actores, procesos, relaciones, modos y medios.

La fase analítica, contempla el análisis de la información recopilada con la cual se realizará la cuantificación de las pérdidas del plátano en su distribución, para ello se realizó una revisión bibliográfica de metodología existente para ello, con el fin de tener herramientas y antecedente que soporten el desarrollo de la cuantificación. Ésta fase también incluyó la identificación de “puntos críticos” o “puntos de mayor pérdidas” en el cual se identificaron las causas logísticas por las cuales se presenta la pérdidas de producto, para la identificación de los puntos críticos se realizó una análisis de Flujo de Materiales- MFA y los resultados se diagramaron con el software STAN.

Finalmente, en la fase propositiva se presenta una serie de posibles mejoras logísticas enfocadas a minimizar las pérdidas del plátano para los puntos críticos previamente identificados.

### **3.1. Fase I. Investigación Descriptiva**

La Fase 1 está conformada por tres etapas, la etapa 1 define las fuentes de información, instrumentos a utilizar, y en la cual se desarrolla en trabajo de campo, la etapa 2 presenta una caracterización cualitativa del sistema de distribución del Plátano a partir de información primaria y secundaria y finalmente en la etapa 3 se desarrolla una caracterización cuantitativa de las pérdidas del producto en su red de distribución. A continuación se detallan cada una de las etapas:

#### **3.1.1.Etapa 1. Instrumentación y Recolección de Información.**

La etapa 1 comprende la definición de las fuentes de información tanto secundaria como primaria, así como el diseño de los instrumentos necesarios para la recolección de información primaria y diseño del plan de trabajo. En esta etapa se define a partir de información secundaria, cada uno de los actores que hacen parte del estudio y para los cuales es necesario definir un instrumento de recolección de información.

Es importante resaltar que el trabajo de campo se desarrolló dentro del marco de un Proyecto de Investigación a cargo del grupo de investigación SEPRO y por lo tanto cada uno de los actores que hacen parte del estudio fueron involucrados en el desarrollo del proyecto.

**a. Fuentes de información.**

La investigación requirió fuentes de información primaria y secundaria en el desarrollo de la investigación, la información primaria hace referencia al trabajo desarrollado en campo con cada uno de los actores involucrados en el sistema de distribución del Plátano, la información secundaria se refiere a estudios e informes previos relacionados con el producto y de contexto, los cuales comprende organizaciones nacionales e internacionales (FAO, Ministerio de Agricultura, DNP, entre otras) y agremiaciones.

**b. Técnicas de recolección de información.**

La información recopilada se realizó por medio de técnicas verbales y de observación, “entrevistas” informales apoyadas en la aplicación de un instrumento tipo encuesta, así mismo, se realizó observación directa simultánea a la aplicación de los instrumentos.

**c. Instrumentos de recolección de información.**

Se construyeron instrumentos tipo encuestas para cada uno de los actores que conforman la Cadena de Suministro del Plátano, en total se diseñaron 4 instrumentos (Anexo 1).

**d. Trabajo de campo.**

El Trabajo de campo contempla el acercamiento a cada uno de los actores en el departamento de Cundinamarca, abarcando área rural y urbana. El área rural comprende 4 municipios (Vianí, Yacopí, Vergara y Viotá) productores de Plátano y el área urbana se refiere a la ciudad de Bogotá en la cual se tomó información del resto de actores.

**e. Muestra**

El método utilizado para definir la población participante de la investigación, fue un muestro no probabilístico, específicamente un muestreo por conveniencia debido a que la muestra se seleccionó bajo el criterio de accesibilidad y disponibilidad de los actores. Para el caso de los productores, en total se contactó a 45 productores, los cuales contestaron 28 y tan sólo 14 aceptaron participar en el estudio, para el caso de transportadores, mayoristas y minoristas, éstos fueron visitados directamente en las centrales de abastos, plazas de mercados y barrios, en donde manifestaban de manera inmediata su interés de participar o no en la aplicación del instrumento.

Las actividades previstas para la Etapa 1 se mencionan a continuación:

- Revisión de referentes documentales
- Acercamiento a actores de la cadena de suministro por medio de agremiaciones y asociaciones
- Determinación de la información requerida
- Diseño de instrumentos de recolección de información

- Identificación de actores para aplicación de instrumento
- Preparación de instrumentos de recolección de información y planificación del trabajo de campo
- Ejecución del trabajo de campo

### **3.1.2.Etapa 2. Caracterización del Sistema de Distribución.**

La fase de caracterización contempla la sistematización y análisis de la información primaria y secundaria recopilada y con la cual se describe de la red de distribución del producto, se definen actores, procesos, modos y medios con el propósito de fijar una línea base para el resto de la investigación.

La caracterización de la Cadena de Suministro de Plátano se realiza a partir de los tres grandes procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución. Adicionalmente se contempla el driver de relaciones entre actores. Los resultados de la caracterización se presentan en el Capítulo 4.

- Sistematización de información primaria:** La información recopilada en campo, se tabuló y analizó en Excel, en donde se realizó el análisis descriptivo y de caracterización de acuerdo a los procesos y drives mencionados anteriormente.
- Resultados de la caracterización:** La caracterización compila de manera general los aspectos principales identificados en la cadena de suministro en el trabajo de campo realizado, y establece una línea base para el resto de la investigación.

La etapa 2 contempla las siguientes actividades:

- Tabulación y organización de la información.
- Análisis agregado y detallado de la información recopilada en trabajo de campo.
- Definición de actores, relaciones, procesos.
- Diagramación de la red de distribución actual.

## **3.2. Fase II. Investigación Analítica**

### **3.2.1.Etapa 3. Medición de pérdidas de alimento.**

En la etapa III se desarrolla la evaluación de las pérdidas de producto, como resultado de la aplicación de un Análisis de Flujo de Materiales –MFA, el cual es representado mediante el software STAN. Los resultados se pueden revisar con mayor detalle en el Capítulo 5.

- Análisis estadístico descriptivo:** Para el análisis estadístico descriptivo de las pérdidas de plátano se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS. El análisis

se realizó a una sólo variable (pérdidas) a la cual se le evaluó estadísticos de Media, Mediana, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos, sesgo estandarizado y curtosis estandarizada.

- b. Cálculo de pérdidas:** En la (Ilustración 8) se proponen una serie de pasos los cuales definen un método para evaluar y cuantificar las pérdidas de alimento presentadas en una cadena de suministro puntual, es importante resaltar que si la muestra analizada no cuenta con la representación estadística requerida, NO se debe generalizar las cantidades de pérdidas a toda la cadena y menos de una cadena de suministro alimentaria a otra.

Como se observa en la (Ilustración 8), los pasos I, II, III y IV se realizaron en el capítulo 4 Caracterización – Red logística del Plátano en la región de Cundinamarca, los resultados obtenidos en el punto VI son presentados en el capítulo 5.

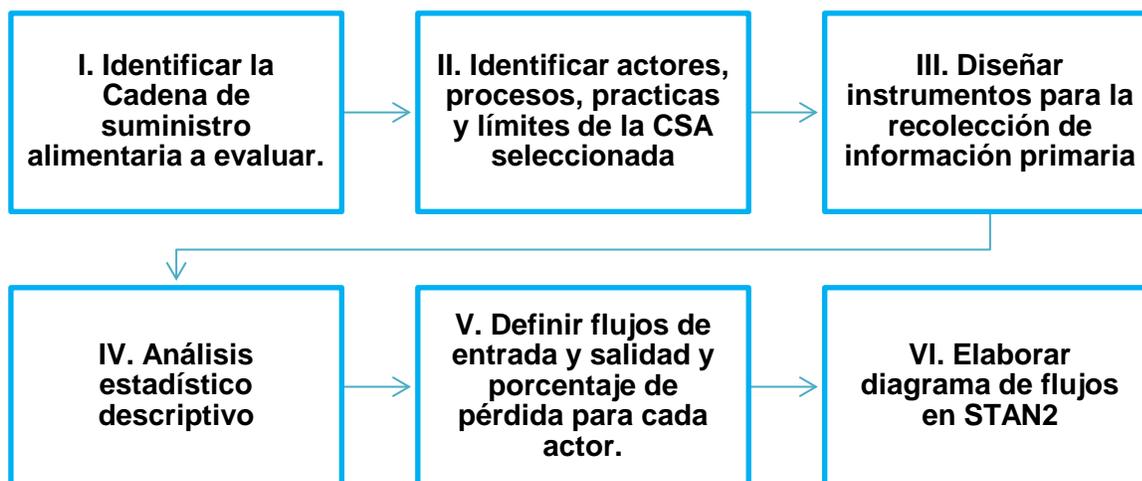


Ilustración 8. Método de evaluación de pérdidas de alimentos en la CSA  
Fuente: Elaboración propia

Para el paso V Los flujos de entrada para cada actor se definieron a partir de las cantidades de producción total de las unidades productivas visitadas o en su defecto las cantidades compradas/transportadas para el caso de transportador, mayorista y minorista. Las cantidades de alimentos perdidos, se definió a partir del porcentaje manifestado por cada actor entrevistado, para luego calcular un porcentaje promedio de pérdida para cada grupo de actores (producto/transportador/mayorista/minorista) a partir de las cantidades totales de pérdidas por grupo sobre la cantidad total de producto producido/comprado.

- c. Análisis de Flujo de Materiales – MFA:** El Análisis de Flujo de Materiales (FMA por sus siglas en Inglés) es una evaluación sistémica de flujos y stocks de materiales dentro de un sistema definido en espacio y tiempo. Éste conecta las fuentes de recursos hasta las disposiciones finales de los mismo, haciendo uso de

la ley de conservación de materia, mediante un balance de material entre las entradas, stocks y salidas de los procesos (Brunner & Rechberger, 2005).

Los resultados obtenidos en el balance de flujo de entradas y salidas, se diagramaron en el **Software STAN** versión 2.5 (la abreviación de subSTance flow ANalysis), un software libre disponible en inglés y alemán, creado en el año 2012 por la Universidad Técnica de Viena. El software permitió la construcción de un modelo gráfico con componentes predefinidos (procesos, flujos, límites del sistema, campos de texto), que posteriormente facilita el ingreso de datos conocidos (flujos, stocks, concentraciones, coeficientes de transferencia).

En el presente trabajo de investigación se utiliza esta herramienta con el fin de presentar de manera gráfica y visual los flujos de producto presentado en la cadena de suministro del plátano, facilitando la comprensión del comportamiento del flujo en cada uno de los actores de la cadena de suministro y facilitando la identificación visual de los puntos críticos gracias al ancho del flujo.

### **3.2.2.Etapa 4. Identificación de Problemáticas y Puntos Críticos:**

La identificación de los puntos críticos se realiza bajo el criterio de “Cantidad de pérdida”, es decir, se identifican los flujos en actores que presentan el mayor nivel de pérdida, así como las causas y factores que inventivan la pérdida del plátano. Para ello, se utiliza el diagrama de flujo realizado con el fin de identificar y señalar los puntos identificados.

## **3.3. Fase III. Investigación Propositiva**

La Fase propositiva se compone de dos etapas, la primera buscar definir las posibles propuestas de mejora de acuerdo a los resultados de caracterización y a lo observado en campo, una vez definidas las propuestas se realiza una priorización de las soluciones de acuerdo al criterio y la opinión de expertos y actores participantes. En la segunda etapa se seleccionan las dos primeras propuestas con el fin de definir un plan de acción que permita su implementación.

### **3.3.1.Etapa 5. Propuesta de Mejoras Logísticas:**

Con base a las causas identificadas en el Fase anterior, en esta etapa se proponen acciones que direccionen a mejoras logísticas del sistema, las propuestas de mejora se plantean por actor, atendiendo las deficiencias logísticas específicas que generan las pérdidas. Una vez definidas, se procede a la consulta de expertos y actores que participaron en el trabajo, con el fin de establecer una jerarquización de las estrategias mediante la aplicación un modelo AHP (Analytic Hierarchy Process).

### **3.3.2.Etapa 6. Desarrollo de Estrategías:**

Una vez realizada la jerarquización, y teniendo en cuenta el factor de “tiempo” para el desarrollo de esta investigación, se procede a definir un plan de acción únicamente para las dos primeras estrategias, mediante el cual se defina un plan de implementación, responsables, costos, y el impacto final frente a las pérdidas de Plátano.

## **4. Caracterización – Red logística del Plátano en la región de Cundinamarca.**

En el presente capítulo se presenta en un primer momento la contextualización del trabajo de campo realizado, en donde se detalla a cada uno de los actores que participaron en el estudio, así como algunas generalidades de la Cadena de Suministro de Plátano a partir de información y fuentes secundarias con las cuales se plantea un diagrama de la red de suministro actual.

En su segundo momento, se presentan los resultados del análisis de la información primaria recopilada en campo, en donde se realiza una descripción de las generalidades de la Cadena de Suministro de Plátano en el departamento de Cundinamarca, bajo el enfoque de tres procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución, adicionalmente se presenta un driver adicional, el cual hace referencia a las relaciones presentadas entre los actores vinculados a la red de suministro.

### **4.1. Generalidades de la Cadena de suministro de plátano.**

Como resultado de la revisión de información secundaria y del trabajo de campo realizado, se obtuvo 51 flujos posibles entre cada uno de los actores que conforman la cadena de suministro de Plátano, a continuación se presenta un esquema de la Cadena de suministro de plátano en Cundinamarca (Ilustración 9). En el diagrama, las flechas rojas representan las pérdidas de Plátano que salen de la cadena, las flechas azules representan los posibles flujos de producto identificados, en total existen 51 flecha azules, y finalmente, la flecha púrpura indica la entrada de producto al sistema, en el caso de estudio, hace referencia a la cantidad de plátano producido por el productor.

Tal como se observa en la Ilustración 9, existen diferentes posibles canales de distribución que conecta a los actores de la cadena, todo parte del productor, quien puede llegar a tener relación directa con cada uno del resto de los actores, dependiendo de su estrategia de comercialización. Una vez el productor realiza su proceso de cosecha, toma la cantidad

necesaria para su consumo familiar y en algunos casos utiliza el alimento no apto para la venta como alimento para sus animales.

Algunos productores realizan la comercialización de sus productos, ya sea, llevándolos directamente a las plazas de mercado municipales, lugar al cual llega un gran número de compradores, o pueden vender el producto directamente en sus fincas a intermediarios, mayoristas o a la industria. Los productores que se encuentran afiliados y activos en alguna Asociación de productores, llevan su producto hasta la asociación, y ésta se encarga de realizar el resto del proceso de comercialización.

Existe también la posibilidad, de que sean los productores quienes lleguen directamente a los principales centros de abastos de Bogotá a vender sus productos a los mayoristas o minoristas. Para la realización de esta investigación, no se tuvo en cuenta a la industria, porque se trata de productos frescos sin ningún tipo de procesamiento, como tampoco se incluyó a los consumidores, por razones del alcance del proyecto.

Los Bancos de alimentos, incluidos en el diagrama, juegan un papel importante en el tema de las pérdidas de alimentos, y aunque no se incluyó en el estudio, varios mayoristas manifestaron tener relaciones con el Banco, en lo referente a la donación de producto que no estaban con las condiciones requeridas para la venta, ya sea por su aspecto físico o sobre maduración. Así mismo, el Banco de Alimentos manifiesta recibir donaciones de productores a quienes le dan un valor de salvamento por el producto que no venden, con la industria, mayoristas y minoristas.

La calidad del plátano es muy variable debido a la diversidad de sistemas de producción aplicados, los procesos de cosecha y poscosecha son definitivos en la calidad final del producto para el consumidor. De acuerdo con (Meek & Aldana Navarrete, 2001) se estima que en el país hay pérdidas de plátano de entre el 8% y 12%, referente a la comercialización las causas se dirigen a cuestiones de empaques, tecnologías de manejo y conservación, condiciones del transporte, manipulación del producto, e infraestructura logística, a lo cual se debe dirigir toda la investigación con el objetivo de superar las fronteras del consumo en fresco y poder ofrecer una mejor calidad de plátano y disminuir las pérdidas poscosecha.

Los márgenes de intermediación se han venido reduciendo como consecuencia de una modernización en los sistemas de comercio y de una relación directa entre productores y supermercados que se ha venido generalizando en los últimos años (Meek & Aldana Navarrete, 2001).



## 4.2. Caracterización de la Red Logística de Plátano en Cundinamarca.

La caracterización de la cadena de suministro del Plátano en el departamento de Cundinamarca, se realizó a partir de la información primaria recopilada en campo en el marco del proyecto “Corredor Tecnológico Agroindustrial – Derivado 2” específicamente el subproyecto “Diagnóstico del estado tecnológico y evaluación tecnológica y de procesos en el sistema operación logística y distribución en Bogotá y Cundinamarca”. En vista al tiempo y al alcance del proyecto se contemplaron únicamente 4 actores de la cadena de suministro del plátano: productor, transportador, mayoristas y minoristas (Ilustración 10).

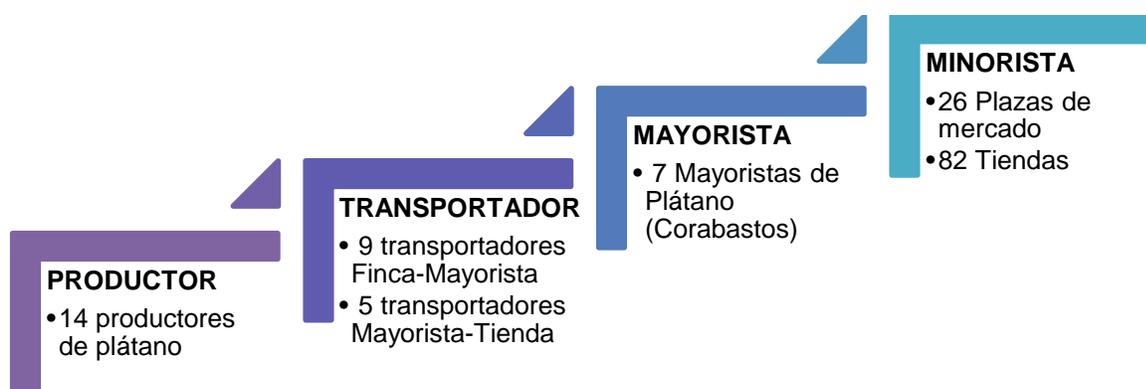


Ilustración 10. Total instrumentos por eslabón  
Fuente: Elaboración propia

La información primaria recopilada a grandes rasgos en los instrumentos de recolección para cada actor en la cadena de suministro de plátano es la siguiente:

- Cantidades (producida, comprada, vendida, transportada, pérdidas)
- Frecuencias (ventas, compras, transporte)
- Tiempos (almacenamiento, cosecha, transporte)
- Modos y medios de transporte
- Condiciones de almacenamiento
- Empaques y embalajes
- Canal de comercialización (Tipo de cliente – proveedor)
- Condiciones de higiene

Como se mencionó en la metodología, es importante resaltar que el número de entrevistas o encuestas aplicadas no corresponde a la definición de un tamaño de muestra probabilística, debido a la complejidad de cada actor. Por ello, se optó por un muestro no probabilístico o también conocido como muestreo por conveniencia, precisamente por las

dificultades de acceso y proximidad a los actores, ya sea por disposición de los mismo, por la localización y demás factores que imposibilita el acercamiento.

En el eslabón de productores se visitaron en total 14 unidades productivas (fincas) de plátano, donde la 57% se localizan en el municipios de Vergara, el 36% en el municipio de Vianí y 7% en Vergara. Para la recolección de la información se diseñaron instrumentos (Anexo 1) en los cuales se recopiló información a partir del momento en el que el producto es alistado para salir de las unidades productivas, es decir, el cargue del plátano a los medios de transporte o en su defecto, su entrega a los diferentes acopiadores de la región.

De acuerdo a la Encuesta Nacional Agropecuaria (DANE, 2016), las unidades productivas se clasificación de acuerdo a la extensión de área sembrada dada en hectáreas. De acuerdo a ello, de las 14 unidades participantes en el estudio, el 72% tienen menos de 5 hectáreas sembradas, el 21% tiene entre 10 a menos de 50 hectáreas sembradas, mientras que únicamente el 7% tiene entre 50 y 100 hectáreas sembradas de plátano.

Para la investigación se tomó en cuenta al transportador, haciendo referencia a quien realiza el transporte del producto a los diferentes destinos, ya sea desde la unidad productiva hasta los centros de abastos, o bien sea desde los centros de abasto hasta las tiendas minoristas o plazas de mercado. Para la definición de generalidades del transportador hacia mayoristas, participaron un total de 5 transportadores, de los cuales tan sólo uno manifestó ser un intermediario, es decir, es dueño de la carga, mientras el 80% restante únicamente presta el servicio de transporte ya sea al productor o al mayorista

Se contó con la participación de nueve transportadores hacia tiendas y plazas de mercado, donde el 89% presta el servicio de transporte para llevar el producto desde la unidad productiva o el mayorista hasta la tienda, mientras que el 11% afirmó ser el propietario de la carga, es decir, es considerado un intermediario en la cadena de suministro del Plátano.

Los mayoristas se ubican principalmente en las centrales de abastecimiento, plazas mayoristas, plazas satélites. La ciudad de Bogotá cuenta con tres plazas mayoristas:

- Plaza de Paloquemao: Corporación de Comerciantes Plaza de Mercado de Paloquemao (COMERPAL), ubicada en Av Cll 19 No 25-04 de Bogotá
- Codabas: Central de Abastos del Norte, ubicada en la Cra. 7 No. 180 – 75 de Bogotá
- Corabastos: Corporación de Abastos de Bogotá S.A., ubicada en la Av. Carrera 80 No 2 – 51 de Bogotá.

Para identificar los rasgos generales del Mayorista, se tomó como punto de referencia al Centro de Abastos de Bogotá – CORABASTOS, en donde participaron 7 mayoristas de plátano.

El actor minorista es el encargado de la distribución y entrega al consumidor final del producto, el minorista abarca el segmento de plazas de mercado, tiendas de barrio, mercados móviles, comercio Informal, bodegas de Barrio, tiendas especializadas e Hipermercados. Del total de minoristas (tiendas) encuestados, 115 afirman comprar y

vencer plátano en su establecimiento, de los 115 finalmente sólo 82 contenían la información completa que se necesitaba para la investigación, igualmente con Plazas de mercado, en total 90 minoristas de plaza de mercado expresaron comercializar plátano, sin embargo tan sólo 26 contaban con toda la información necesaria.

Las plazas de mercado que participaron en el estudio fueron: Plaza Kennedy, Plaza Paloqueño, Plaza Restrepo y Plaza 12 de octubre en donde se entrevistaron a 26 minoristas. Respecto a tiendas de barrio, en total se incluyeron al estudio 82 minoristas.

A continuación se presenta la caracterización a partir de los tres grandes procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución.

### 4.2.1. Abastecimiento

El proceso de abastecimiento del transportador/intermediario inicia en lo que para el productor se considera un proceso de distribución, el 57% de los productores venden su producto en sus unidades productivas, mientras que el 43% deben llevarlo hasta la plaza de mercado municipal por sus propios medios (Ilustración 11).

Para la recolección o recepción del producto, el 22% de los transportadores manifiesta que recoge el producto en las unidades productivas y lleva el producto directamente a las tiendas, otro 22% en centros de acopio municipales o plazas de mercado municipales, y el 56% restante lo acopia en Corabastos.

Los transportadores que van hasta las unidades productivas a recoger el plátano, el 75 % indica que sólo debe ir a un punto para recolectar todo el producto transportado, mientras que el 25% debe realizar un recorrido por varios puntos para poder cargar la cantidad suficiente de plátano (Ilustración 12).

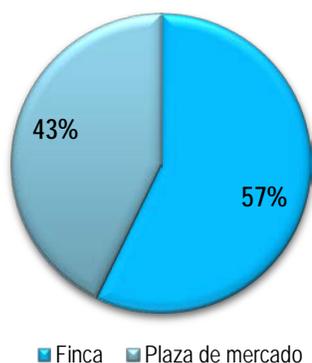


Ilustración 11. Punto de entrega del producto  
Fuente: Elaboración propia

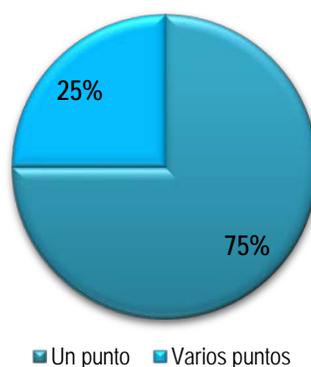


Ilustración 12. Puntos de recolección  
Fuente: Elaboración propia

El principal proveedor para los mayoristas son los intermediarios con un 71%, seguidos de los productores con un 29% (Ilustración 13). Cuando el mayorista le compra el intermediario, éste es quien lleva el producto hasta corabastos, mientras que cuando lo compra al productor, el mayorista es generalmente quien contrata el transporte para que recojan el producto en la finca o en su defecto se pacta con el productor las condiciones de entrega.

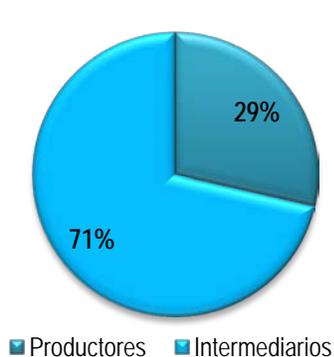


Ilustración 13. Proveedor de plátano  
Fuente: Elaboración propia

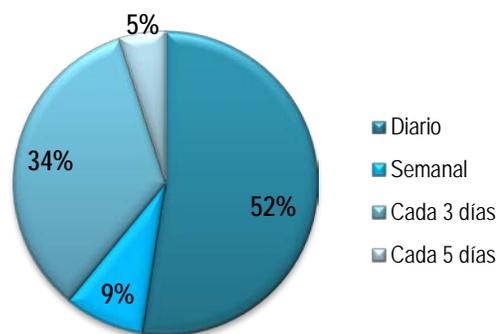


Ilustración 14. Frecuencia de compra  
Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 14 se observa que el 52% de los minoristas realizan compras de Plátano a Diario, seguidos de compras realizadas cada 3 días (34%), semanales (9%) y cada 5 días (5%), los pedidos a los proveedores se realizan en un 79% de manera personal y un 21% por medio telefónico, una vez se realiza el pedido la entrega del producto del producto se realiza en un par de horas, pero nunca pasa de un día a menos que el minorista lo solicite.

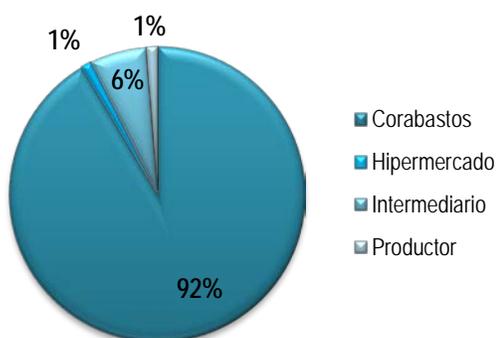


Ilustración 15. Proveedor de Plátano al Minorista  
Fuente: Elaboración propia

El principal proveedor de los minoristas es la Central de Abastos de Bogotá – Corabastos con un 92%, seguido de los intermediarios con un 6%, no se conoce exactamente la procedencia del producto que lleva el intermediario, sin embargo en la mayoría de los casos, es plátano comprado en la Central de abastos y en menor recurrencia es producto que proviene directamente de las unidades productivas, finalmente, están Hipermercados y Productores con un 1% cada uno. (Ilustración 15)

Cuando el minorista adquiere el producto con la Central de Abastos o los Hipermercados, el 79% deben ir al establecimiento del proveedor a recoger el producto, sin embargo, existen ocasiones en las que el proveedor

puede ofrecer servicio de domicilio y llevar el producto hasta el establecimiento del minorista, aunque se considere una práctica poco usada. El 21% restante manifiesta recibir el producto en su establecimiento de venta, éstos en su mayoría le compran el producto a los intermediarios, productores y como se mencionó anteriormente, a algunos proveedores de Corabastos que ofrecen el servicio a domicilio.

#### 4.2.2. Almacenamiento

Una vez realizada la cosecha de plátano, El 100% de los agricultores manifiesta no poseer ningún tipo de tecnología para el almacenamiento del plátano, para ello simplemente lo ubican en el piso sobre plástico o madera.

Aunque los tiempos de almacenamiento no son muy extensos, debido a que únicamente el 31% expresa almacenar el producto entre 1 y 3 días antes de ser entregado al comprador, mientras que el 69% realiza entrega inmediata del producto después de ser cosechado. Se consultó a los productores acerca de las medidas sanitarias que se realizan en el lugar donde almacenan el producto y el 64% manifiesta que realizan actividades de limpieza habitual, mientras que el 21% fumiga el lugar para evitar plagas, y el 14% restante indica que únicamente se limitan a colocar trampas para roedores.

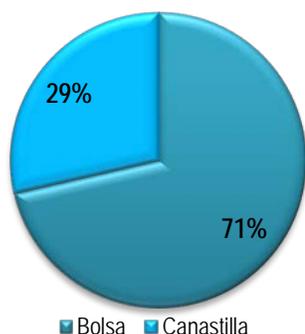


Ilustración 16. Empaque en Mayorista  
Fuente: Elaboración propia

Para los mayoristas en Corabastos, el empaque adecuado debería cumplir con algunas características con el objetivo de facilitar el proceso de almacenamiento y minimizar el daño del producto: 1. Resistencia del empaque a daño mecánico, 2. Capacidad de apilamiento, 3. facilidad de observar las condiciones del producto al interior del empaque y finalmente 4. El precio del empaque. Sin embargo, se observó que tan sólo el 29% de los mayoristas usan canastas plásticas para el almacenamiento del producto,

que son el empaque que más reúne las características deseadas, mientras que el 71% utilizan bolsas plásticas como empaque del producto (Ilustración 16).

Generalmente, cuando el producto llega a Corabastos, viene seleccionado desde la finca o por el intermediario, quien realiza la selección por tipo de calidad, y nivel de maduración del producto, por lo tanto, el mayorista recibe el producto ya clasificado, aunque en ocasiones debe también realizar re-clasificación en su establecimiento y re-empaque, esto debido a una mala clasificación por parte del productor o intermediario, por sobre maduración del producto, o por requerimiento del cliente.

El proceso de almacenamiento en Mayoristas se realiza bajo el criterio de calidad principalmente, seguido por fecha de ingreso y procedencia del producto, cada bodega o

“puesto” en Corabastos tiene 18 mt<sup>2</sup>, lugar en el cual ubican el producto en estanterías dependiendo del criterio de cada mayoristas, tratando de colocar el producto maduro, cerca de la salida y en un lugar muy visible, el producto dura almacenado entre 1 y 5 días.

Para el registro de las compras e inventarios, el 43% de los mayoristas expresa que lo realiza en un computador utilizando Excel, mientras que el 57% restante lo hace en libretas, así mismo, manifiestan conocer la cantidad de plátano disponible en un momento determinado.

En general, los mayoristas coinciden con que sus pérdidas de plátano por almacenamiento ascienden al 5%, y esto se debe básicamente a daños en el producto por manipulación (45%), maduración (33%) y golpes (22%). Los mayoristas tratan de minimizar las pérdidas realizando promociones del producto, ofreciendo mayor cantidad a precios bajos, y realizando donaciones del producto sobre madurado o estropeado al Banco de Alimentos de Bogotá.

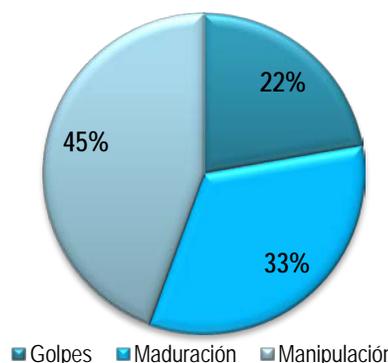


Ilustración 17. Causas de las pérdidas  
Fuente: Elaboración propia

Cuando el producto se encuentra en el establecimiento de venta del minorista, éste debe ser ubicado en un lugar adecuado que propenda a la conservación adecuada del alimento, evitando cualquier tipo de contaminación y así mismo que sea visible al consumidor. Tan sólo el 18% de los minoristas cuentan con un espacio de almacenamiento adicional al espacio de venta en donde almacenan el producto una vez lo reciben y van sacando lo necesario a medida que se desocupan los anaqueles, mientras que el 82% restante no cuenta con espacios de almacenamiento adicionales y únicamente disponen de los espacios en donde exhiben el producto.

Los tiempos de almacenamiento varían de un minorista a otro, como se observa en la ilustración 18, el 77% de los minoristas almacena el producto entre 1 y 3 días, seguido de entre 3 y 5 días con un 21% y finalmente entre 5 y 10 días con un 2%. El tiempo de almacenamiento depende de las capacidades de almacenamiento de cada minorista, respecto a acondicionamiento del producto con el fin de mantener y prolongar las características comerciales del producto, La vida útil del producto estará relacionada con el cuidado que se tenga en la manipulación y almacenamiento del mismo.

El porcentaje de pérdidas de producto presentadas en el minorista, tiene un comportamiento especial, por lo cual en la Ilustración 19 se presentan los porcentajes de pérdidas discriminados para Tiendas y para Plazas de mercado. En el caso de las tiendas, el 91% de los minoristas manifiestan que sus pérdidas están entre un 1% a un 10%, mientras que el 9% restante indica que se ubican entre un 11% a un 20%.

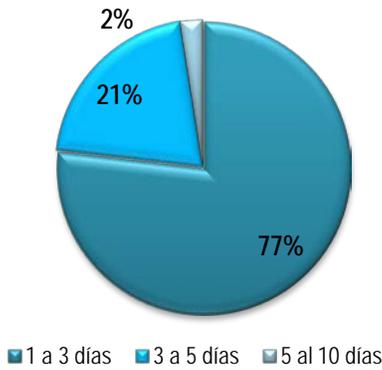


Ilustración 18. Tiempo de almacenamiento del producto  
Fuente: Elaboración propia

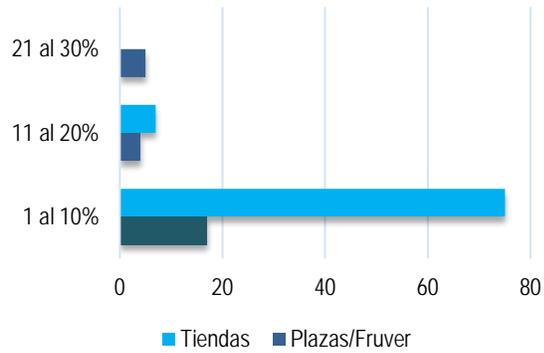


Ilustración 19. Porcentaje de pérdidas en Plazas  
Fuente: Elaboración propia

Para el caso de Plazas, el 65% tiene pérdidas entre un 1% al 10%, seguido de un 20% con pérdidas entre un 21% y un 30%, siendo este porcentaje realmente alto si se habla en términos de cantidades de producto, finalmente el 15% restante tiene pérdidas entre un 11 a un 20% de la cantidad de producto total que compra para la venta en su negocio.

Los principales factores que generan la pérdida de producto en el minorista son: deterioro por golpes (49%), deterioro por manipulación (28%), y finalmente deterioro por perecibilidad – tiempo (23%) para el caso del plátano por sobre maduración (Ilustración 20). Existen factores adicionales que no fueron mencionados por los minoristas, sin embargo fueron observados y es importante resaltarlos, todo lo relacionado a tecnologías de almacenamiento, buenas prácticas, espacios adecuados, entre otros, son factores que también provocan la pérdida del producto en el minorista.

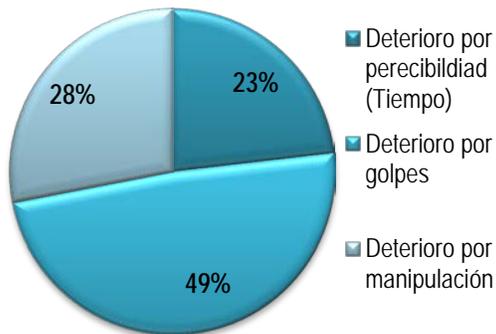


Ilustración 20. Factores que generan pérdida de producto  
Fuente: Elaboración propia

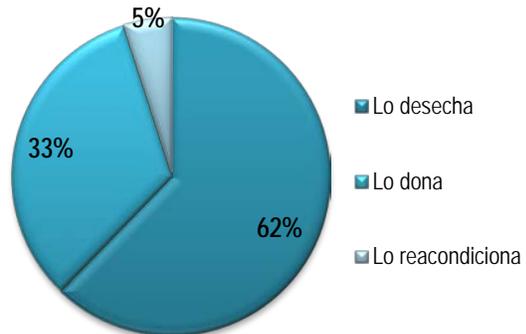


Ilustración 21. Acciones tomadas con el producto deteriorado  
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es importante resaltar lo que sucede después de que el producto es considerado no apto para la venta, ya sea por su aspecto (sobremaduración) o por su calidad. La Ilustración 21 indica que el 62% de los minoristas simplemente desecha el producto, es decir, lo bota, el 33% lo dona, lo cual hace referencia a regalarlo o simplemente lo disponen para autoconsumo, y finalmente el 5% restante lo reacondiciona, lo cual implica quitar las partes dañadas del producto y venderlo a menor precio.

### 4.2.3. Distribución

De acuerdo a la información recopilada, se identifican tres tipos de clientes para los productores, 29% de los productores manifiestan que sus clientes son compradores ocasionales, éstos clientes en su mayoría son intermediarios que les compran el producto una vez el productor lleva el plátano hasta la plaza de mercado municipal o a una vía principal.

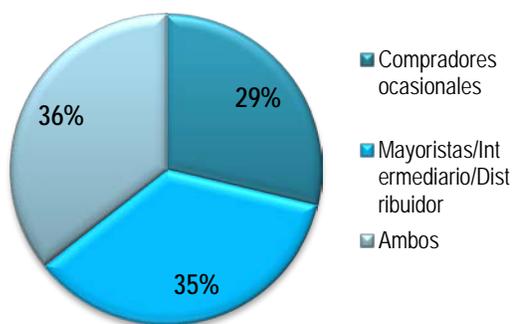


Ilustración 22. Tipo de cliente  
Fuente: Elaboración propia

El 35% de los productores indica que sus clientes son mayoristas/intermediario, en éstos casos no es necesario que el productor lleve su producto hasta la plaza municipal, debido a que su cliente llega hasta la unidad productiva a recoger el producto, bajo las condiciones previamente pactadas que en su mayoría hace referencia al empaque (Ilustración 22). En coherencia con lo anterior, el 57% de los productores venden su producto en sus unidades productivas, mientras que el 43% deben llevarlo hasta la plaza de mercado municipal por sus propios medios (Ilustración 23).

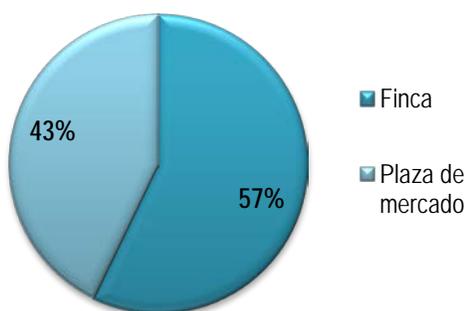


Ilustración 23. Punto de entrega del producto  
Fuente: Elaboración propia

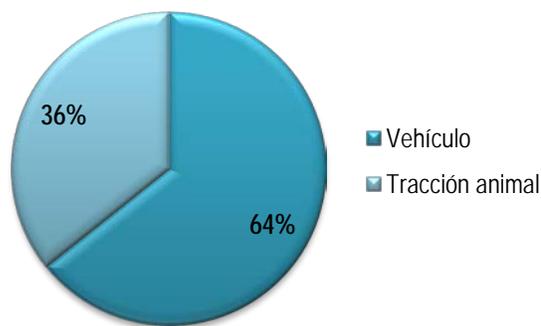


Ilustración 24. Medios de transporte  
Fuente: Elaboración propia

Para el transporte del plátano desde la unidad productiva, el 7% de los productores utilizan vehículos propios para el transporte, el 14% utiliza un vehículo compartido, ya sea con otros productores de plátano, y otro tipo de productos, o en ocasiones vehículos destinados para el transporte de pasajeros, el 20% de los productores contrata un vehículo para transportar el producto y finalmente el 50% no deben hacerse cargo del transporte, debido a que es el comprador quien se encarga de colocar el vehículo y de recogerlo en la unidad productiva.

El 64% utilizan algún tipo de vehículos para el transporte, lo cuales son vehículos tipo jeep, camionetas o camión tipo turbo, básicamente cuando es el productor quien paga el transporte utiliza jeep o cualquier vehículo disponible en las zonas, sin embargo, y debido a las difíciles condiciones viales, el acceso de vehículos es limitado. En los casos en los que el mayorista/intermediario/distribuidor es quien recoge el producto en las unidades productivas, se utilizan camiones tipo turbo.

El 36% de los productores, manifiestan que debido a las dificultades de acceso y a la falta de infraestructura vial, se debe utilizar transporte de tracción animal, lo cual aunque aumente los tiempos de recorrido, y deteriore considerablemente la calidad de producto, representa para el productor costos menores en transporte (Ilustración 24).

Los empaques utilizados por los agricultores para la entrega o transporte del producto, varían de acuerdo a su mercado, por lo cual no existe aún un tipo empaque generalizado entre los productores, aún existen productores que no utilizan ningún tipo de empaque, y por lo tanto su unidad de venta es el "racimo", entre quienes sí utilizan empaques en su mayoría son cajas de cartón, cajas de madera, y costales de lona, y en menor proporción canastillas plásticas y bolsas plásticas, éstas últimas son utilizadas principalmente cuando su comprador se los exige.

Cabe destacar que el producto a granel o racimo, es enviado a plazas de mercado y a tiendas, mientras que el plátano empacado en canastillas y bolsas plásticas, se dirige principalmente a Corabastos y algunas plazas de mercado.

Entre los productores, es poco común llevar algún tipo de control de las cantidades cosechadas o vendidas, el 78% manifiesta no llevar ningún tipo de control de la cantidad producida ni la cantidad vendida, y el 22% restante que afirma llevarlo, lo realizan en papel o en Excel. Así mismo, en relación a los equipos de Tics a los cuales tienen acceso, el 14% dispone de un computador, el 71% cuenta con un teléfono básico, y el 14% restante cuenta con teléfono inteligente.

Al momento de acopiar el producto, todos los transportadores manifiestan tener un único punto de recogida, el 60% indica que el punto donde realizan el cargue es en las unidades productivas, mientras que el 40% restante lo hace en los centros de acopio municipales. Para el transporte del plátano utilizan vehículo tipo NPR con carrocería de estacas, en el cual gastan un promedio de 2 horas en el cargue y 2 horas y media en el descargue,

adicionalmente, el número de personas necesarias para el realizar las actividades de cargue y descargue son 4 personas en promedio.

El tipo de empaque más utilizado para el transporte del plátano es la bolsa plástica con una participación del 60%, seguido de canastilla y a granel, cada uno con el 20% de participación. La frecuencia de los viajes varía entre cada transportador, tan solo un transportador realiza viajes diarios, mientras que el resto realiza entre 2 y 3 viajes por semana.

En todos los casos, su punto de entrega o destino es la Central de Abastos de Bogotá – CORABASTOS, una vez llegan y descargan el producto, el 40% manifiesta que en el viaje de regreso el vehículo se devuelve vacío, para el caso de quienes llevan carga, ésta utiliza entre el 40% y el 60% de la capacidad del vehículo, y generalmente transportan fertilizantes, abono para cultivos y otros productos agropecuarios.

El transporte de Plátano desde la Central de Abastos hacia las tiendas, se combina con otros productos que también son pedidos por los minoristas, como por ejemplo: tomate, cebolla larga y cabezona, arveja, habichuela, zanahoria, mora, mango, fresa, mandarina, naranja, papa, yuca entre otras. Los principales clientes de los mayoristas son: Supermercados, tiendas de barrio, restaurantes, distribuidores minoristas, grandes superficies e hipermercados.

El 44% de los transportadores afirman que al realizar el viaje hacia los puntos de venta, la ocupación del vehículo está entre el 80 y el 100% de la capacidad, mientras que el 56% tiene una ocupación entre el 60 y el 80%. Una vez descargan el producto en el lugar de destino y realizan el viaje de regreso se observa que el 56% viaja con el vehículo vacío, mientras que el 44% regresa con menos del 40% de ocupación.

El principal empaque utilizado para el transporte de plátano es bolsas plásticas con un 78%, seguido con un 22% que lo transportan en canastillas. Es importante destacar que el tipo de empaque utilizado corresponde al tipo de cliente, es decir, cuando el cliente o comprador es mayoristas/distribuidor el empaque generalmente corresponde a canastillas o bolsas plásticas, mientras que cuando el comprador son tiendas o plazas de mercado, se transporta a granel o en menor proporción en bolsas plásticas (Ilustración 25).

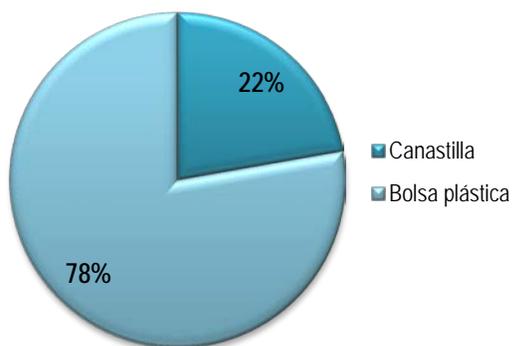


Ilustración 25. Empaque utilizado en el transporte  
Fuente: Elaboración propia

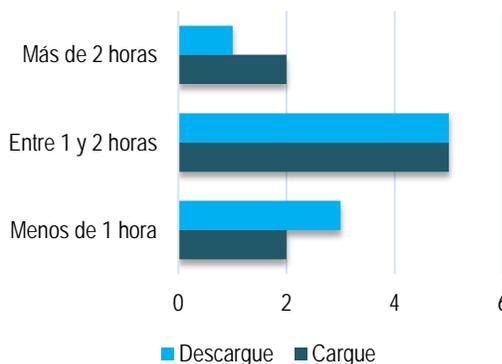


Ilustración 26. Tiempos de operación  
Fuente: Elaboración propia

La operación de cargue y descargue (Ilustración 26), toma en promedio de 1 a 2 horas, y para ello se necesitan en la mayoría de los casos a dos operarios a quienes le pagan por hora y son contratados directamente en el lugar del cargue o descargue, la actividad de cargue en la plaza de mercado inicia desde las 4 a.m. hasta las 8 a.m. Es importante mencionar que los vehículos de mayor uso para el transporte de plátano, son camiones de estacas o camionetas en su defecto.

Como se observa en la Ilustración 27, los puntos de entrega del plátano varían dependiendo del canal de comercialización, el 67% tienen como puntos de entrega a las tiendas de barrio, mientras que el 33% llevan el producto hasta diferentes plazas de mercado de la ciudad.

El vehículo de transporte usado para llevar el producto desde el proveedor hasta el minorista es el camión de estacas con un 59%, el cual corresponde al escenario en que el proveedor lleva el producto hasta el establecimiento del minorista. Cuando es el minorista quien recoge el producto, se utiliza vehículos particulares que por lo general son propiedad del minorista y es usado para el transporte de personas y cualquier otro elemento (Ilustración 28).

El tipo de empaque más utilizado para realizar la entrega del producto al minorista es la bolsa plástica con un 67% de uso, la canastilla se usa en menor proporción con un 6% (Ilustración 29), sin embargo existen otros tipos de empaques que son representativos como costales, cajas de cartón y en ocasiones a granel sin ningún tipo de cuidado ni protección al producto.

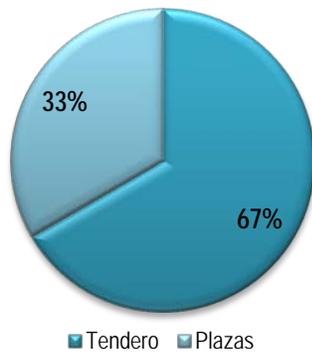


Ilustración 27. Puntos de entrega Fuente: Elaboración propia

El empaque utilizado para el producto tanto en la entrega como en el punto de venta del minorista se convierte en un factor importante, debido a que el empaque garantiza la conservación del producto y evita todo golpe o daños por manipulación evitando que el producto se deteriore prematuramente lo que conlleva a la pérdida de valor y afecta la apariencia del producto lo que significa que no será atractivo al consumidor.

Finalmente, es importante conocer quiénes son los principales clientes de los minoristas, éstos básicamente se clasifican el hogares y restaurantes, el

primero con una participación del 93% y el segundo con un 7%, se debe principalmente a la ubicación de los minoristas que en su mayoría se encuentran en barrios residenciales y se convierten en una opción rápida y cómoda para sus habitantes (Ilustración 29).

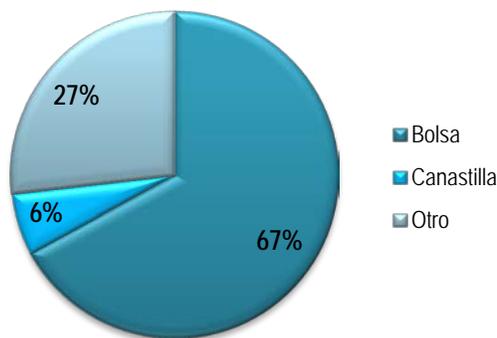


Ilustración 28. Unidad de compra y empaque Fuente: Elaboración propia

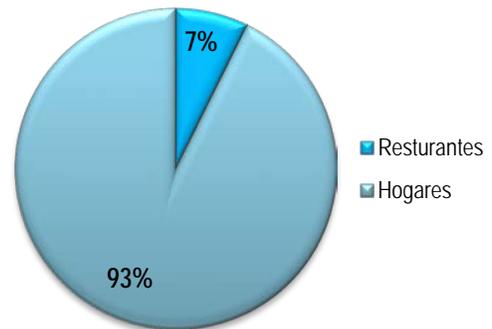


Ilustración 29. Principales clientes Fuente: Elaboración propia

Finalmente, y luego de conocer las características de cada proceso logístico, se presenta en la Ilustración 30 la red de suministro que se analizó en el caso de estudio, la cual a diferencia de la Ilustración 9 se compone de cuatro actores: productor, transportador, mayorista y minoristas, en el diagrama se definen los posibles flujos identificados en campo, así como los flujos de pérdidas para cada actor.

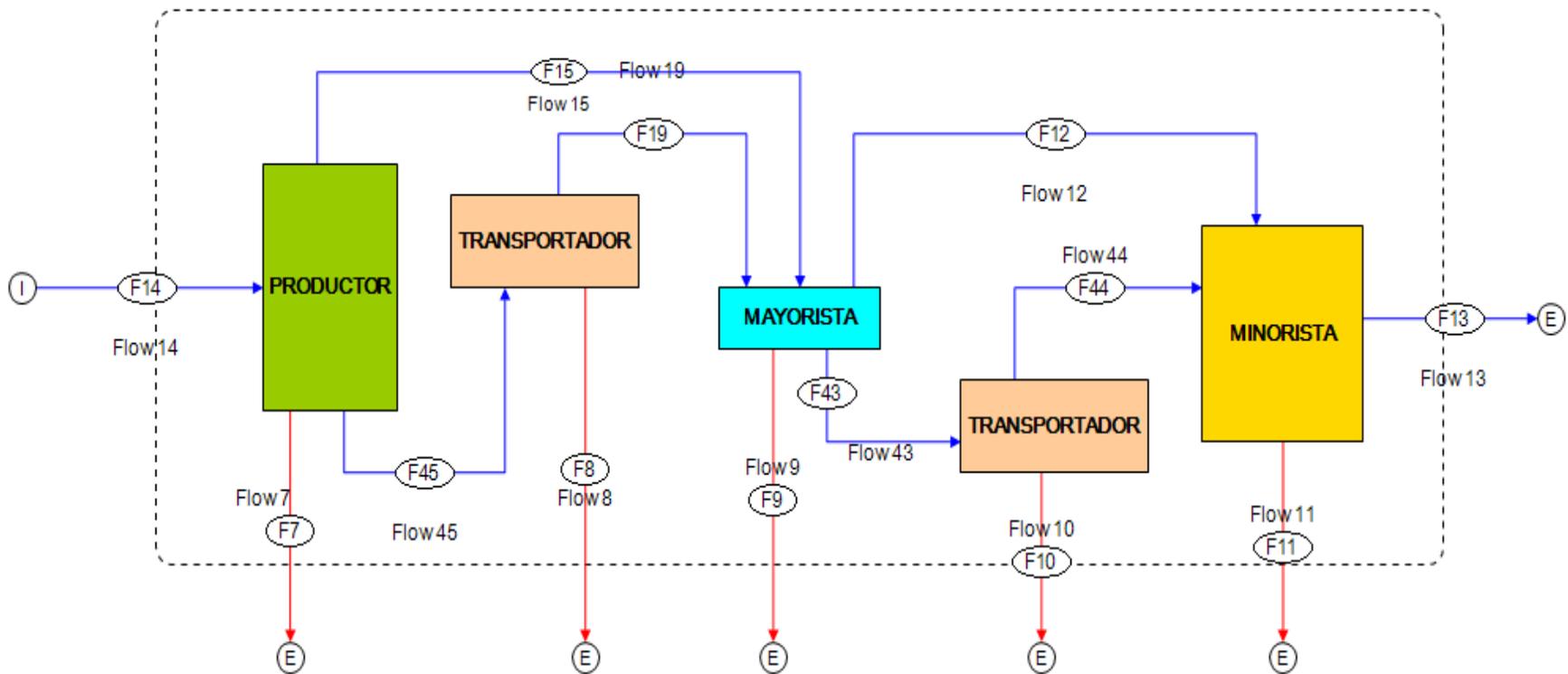


Ilustración 30. Cadena de Suministro de Plátano\_Caso de Estudio  
Fuente: Elaboración propia

## **5. Evaluación de pérdidas de alimentos e Identificación de puntos críticos**

En el presente capítulo se realiza un análisis descriptivo de los porcentajes de pérdidas de producto por actor, para ello se usó el software STATGRAPHICS, posteriormente, se presenta el diagrama de flujo de producto de la cadena de suministro evaluada, en donde se presentan de manera gráfica los flujos de producto perdido el cual fue elaborado con el software STAN2. Finalmente se identifican los puntos críticos o de mayor pérdida en la cadena de suministro de plátano, de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagrama de flujo.

### **5.1. Análisis Descriptivo de datos**

El análisis estadístico de los datos recopilados en campo se desarrolló en el software STATGRAPHICS *Centurion XV.1*, mediante el cual se realizó un análisis estadístico descriptivo de las pérdidas por actor. Los instrumentos diseñados para el levantamiento de información (Anexo 1) incluyeron una sección para el tema de pérdidas, donde se preguntó a cada actor los siguientes interrogantes:

- ¿Qué porcentaje de pérdida de alimento se genera en el proceso de producción/transporte/almacenamiento/venta?
- ¿Cuáles son las causas de las pérdidas generadas en el proceso producción/transporte/almacenamiento/venta?
- ¿Qué manejo da a los alimentos que no son vendidos?

Cada actor indicó la cantidad de producto que ingresa a sus procesos, por ejemplo: para el productor es la cantidad de plátano producida, para el intermediario es la cantidad de plátano recibida/comprada y transportado, y para el mayorista y minorista es la cantidad de compra.

El porcentaje de pérdida de alimento señalado por cada uno de los actores, fue clasificado entre rangos de pérdidas y a las cantidades de entrada de su proceso de manera individual e independiente. Con el propósito de determinar la cantidad promedio de plátano pérdida por actor, se realizó un análisis descriptivo de las pérdidas, los resultados obtenidos se presentan a continuación de manera resumida.

### • Pérdidas en Productores

Tal como se presentó en la Ilustración 16, en total participaron 14 productores de Plátano a los cuales se les aplicó un análisis descriptivo con el propósito de conocer el comportamiento y las generalidades de los datos. El análisis se aplicó a los porcentajes de pérdidas de producto manifestada por los agricultores y los resultados se presentan a continuación.

Tabla 3. Resumen Estadístico de Pérdidas en Productores (%)

<b>Recuento</b>	14
<b>Promedio</b>	17,8571
<b>Desviación Estándar</b>	7,84324
<b>Coefficiente de Variación</b>	43,9222%
<b>Mínimo</b>	6,0
<b>Máximo</b>	30,0
<b>Rango</b>	24,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-0,230487
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,962608

Los estadísticos descriptivos presentan medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, el valor mínimo de pérdidas es del 6% y el máximo de 30%, el promedio de las pérdidas a nivel estadístico es de 18%, con una desviación estándar de 8.

De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado (-2 a +2) para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

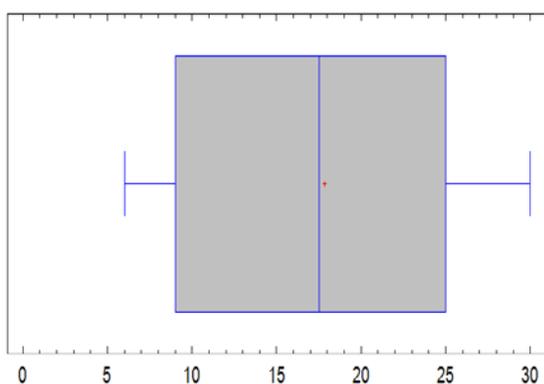


Ilustración 31. Gráfico de Caja y Bigotes de Pérdidas en Productores  
Fuente: Elaboración Propia

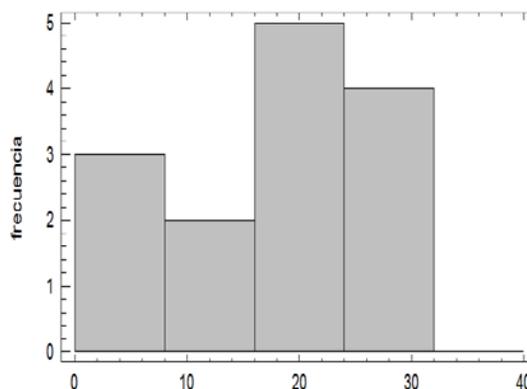


Ilustración 32. Gráfica Histograma de Frecuencia de Pérdidas en Productor  
Fuente: Elaboración Propia

La Ilustración 31 despliega un gráfico de caja y bigotes para los porcentajes de pérdidas generadas en los agricultores, este tipo de gráfico es un buen instrumento para mostrar

varias características de los datos. La parte rectangular del diagrama se extiende desde el cuartil inferior hasta el cuartil superior, cubriendo la mitad central de la muestra, mientras que la línea del centro dentro de la caja indica la localización de la mediana de la muestra y el signo más indica la localización de la media muestral.

Los bigotes se extienden desde la caja hasta los valores mínimo y máximo en la muestra, en caso de que exista algún punto alejado o muy alejado, serán graficados por separado. Para el caso de los datos de pérdidas en agricultores, no existen datos alejados ni muy alejados, es decir ningún valor se encuentra a más de 1,5 veces ni a más de 3,0 veces del rango.

En la Ilustración 32 se presenta el histograma de frecuencias para pérdidas en productores, en la gráfica, se formaron 5 intervalos que abarca desde el límite inferior de 0,0 hasta el límite superior de 40,0, para cada intervalo se tabularon los datos correspondientes para cada uno. El primer intervalo va de 0,0% al 8,0%, en donde la frecuencia de datos es de 3, el segundo de 8,0% a 16% con una frecuencia de 2, el tercero de 16,0% a 24,0% con una frecuencia de 5, el cuarto de 24,0% a 28% con una frecuencia de 4, el último intervalo que esta entre 32,0% y 36,0% con 0 datos. Los intervalos con mayor frecuencia son el 3 y el 4 en donde se ubican 9 datos de los 14 en total recopilados en campo, esto indica que la pérdida en el actor “productor” esta ubicada entre el 16% y el 24%.

Efectivamente, al realizar un análisis del total de producción mensual de los 14 productores y luego de aplicar el porcentaje de pérdida indicado por cada uno, se obtiene la cantidad pérdida de plátano para cada uno, el propósito es determinar el porcentaje de pérdida general para este actor de la cadena y para ello se toma el total de pérdidas de todos los productores sobre el total de producción, dando como resultado que el porcentaje de pérdida para este grupo de productores es del **18%**, lo que se traduce en **247.010 kg de plátano desperdiciado por mes es decir 247 toneladas de plátano.**

- **Pérdidas en Transportador**

Para el caso del transportador que se ubica entre el productor o centro de acopio y el Mayorista, no se realiza un análisis en STATGRAPHICS, debido al número de datos con los que se cuenta, por lo cual se presenta un análisis descriptivo muy general. Los porcentajes de pérdidas presentan un mínimo de 1% y un máximo de 18%, estos porcentajes manifiestan un comportamiento interesante, el primero se relaciona al transporte que utiliza la canastilla como unidad de carga, mientras que el segundo se relaciona con el transporte a granel.

En el caso de uso de bolsa plástica, los porcentajes de pérdidas se encuentran entre el 5 y el 8%, aunque es importante aclarar, que muchas veces estas pérdidas con transferidas al mayorista, debido a que el producto dañado en ocasiones no es fácil identificarlo dentro de la bolsa. El comportamiento de pérdidas en relación al tipo de empaque es interesante, permitiendo identificar falencias del proceso y así mismo posibles mejoras.

El promedio estadístico de los porcentajes de pérdidas, es del 8% con una desviación estándar de 8, sin embargo, al calcular el promedio real, tomando el total de pérdidas sobre el total de producto transportado, se observa que el promedio es del **10%, es decir, 440.500 Kg/mes lo que equivale a 440,5 toneladas de plátano se pierde al mes en el transporte del productor/centro de acopio al mayorista.**

En cuanto al transportador que lleva el producto al minorista, se obtuvo un total de 9 datos de porcentaje de pérdida, en donde el valor mínimo fue de 5% y el máximo de 15%, con un promedio estadístico de pérdida de 9,2% y una desviación estándar de 3,8. Tal como se observa en la Tabla 4, sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Tabla 4. Resumen Estadístico de Pérdidas en Intermediario

<b>Recuento</b>	9
<b>Promedio</b>	9,22222
<b>Desviación Estándar</b>	3,8658
<b>Coefficiente de Variación</b>	41,9184%
<b>Mínimo</b>	5,0
<b>Máximo</b>	15,0
<b>Rango</b>	10,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	0,327751
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,85237

La Ilustración 33, presenta el gráfico de caja y bigotes, en el cual se puede observar que la media se encuentra muy cerca de la mediana muestral y no presenta ningún valor atípico. En la Ilustración 34 se presenta el histograma de los datos que cuenta con 4 intervalos en total, observando claramente que la mayoría de los datos se ubican en el primer y segundo intervalo que va desde 4% a 10% con una frecuencia de 3 para cada uno.

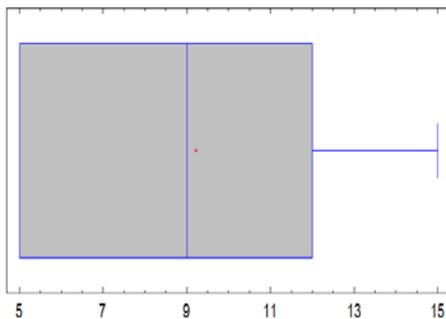


Ilustración 33. Gráfica de Caja y Bigotes de Pérdidas en Intermediario  
Fuente: Elaboración Propia

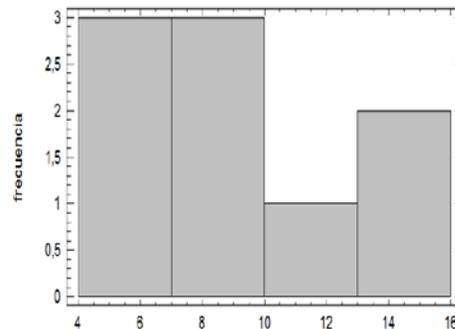


Ilustración 34. Histograma de Pérdidas en Intermediario  
Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de pérdida real calculado, una vez evaluada la proporción del cantidad de plátano perdido sobre el total transportado es de **10% lo que equivale a 43.425 kg/mes, es decir, 43,4 toneladas de plátano perdido por mes** para los transportadores evaluados.

- **Pérdidas en Mayoristas (Corabastos)**

En total se obtuvo 7 datos de pérdidas en este actor, la Ilustración 8 indica que la media de pérdida para los datos es de 7,7% con una desviación estándar de 2, el valor mínimo de los datos es 5% y el máximo 10%, así mismo, se observa que el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal (Tabla 5)

Tabla 5. Resumen Estadístico de Pérdidas en Mayorista

<b>Recuento</b>	7
<b>Promedio</b>	7,71429
<b>Desviación Estándar</b>	2,13809
<b>Coefficiente de Variación</b>	27,716%
<b>Mínimo</b>	5,0
<b>Máximo</b>	10,0
<b>Rango</b>	5,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-0,369414
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,91262

En el gráfico de caja y bigotes es claro observar que no cuenta con bigotes debido a que el 100% de los datos se encuentran dentro del primer y tercer cuartil, también se observa la proximidad que tienen la mediana a la media del conjunto de datos.

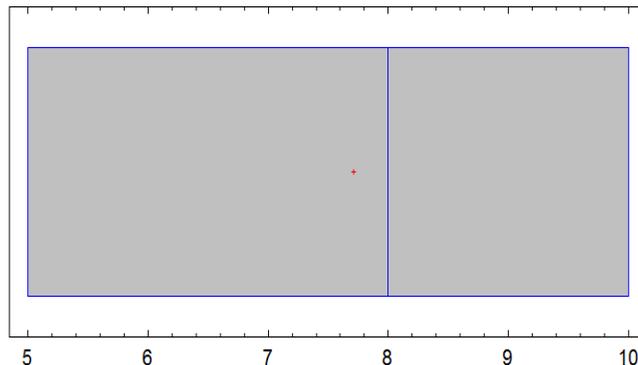


Ilustración 35. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdidas en Mayoristas  
Fuente: Elaboración Propia

La tasa de pérdida real para el mayorista, luego de evaluar su pérdida total sobre la cantidad total de compra, es del **7% lo que se traduce en una pérdida total entre los 7 mayoristas de 253.800 kg/mes, o 253,8 toneladas al mes.**

- **Pérdidas en Minoristas (Tiendas de barrios)**

El análisis descriptivo de los minoristas se realizó de manera separada para plazas de mercado y tiendas, esto debido a que los porcentajes de pérdidas entre ambos son bastantes diferentes y generaría muchos datos atípicos. En lo relacionado a las tiendas de barrios, se obtuvo un total de 82 datos de porcentajes de pérdidas, sin embargo, el análisis descriptivo se realizó únicamente con 75 datos, en vista de que los 7 datos restantes se encontraban entre los rangos del 11 al 20% de pérdidas y se consideran atípicos se analizaban completos.

El promedio estadístico para las 75 datos analizados es de 4,7% de para este actor, y desviación estándar de 2,3. El valor mínimo de los datos analizados es 1% y el valor máximo es 10%. En este caso, el valor de sesgo estandarizado no se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal, mientras que el valor de la curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal (Tabla 6). Lo anterior se debe a la presencia de valores atípicos que se presentan en la Ilustración 47.

Tabla 6. Resumen Estadístico de Pérdidas en Minorista (Tiendas)

<b>Recuento</b>	75
<b>Promedio</b>	4,72
<b>Desviación Estándar</b>	2,32821
<b>Coefficiente de Variación</b>	49,3264%
<b>Mínimo</b>	1,0
<b>Máximo</b>	10,0
<b>Rango</b>	9,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	2,93888
<b>Curtosis Estandarizada</b>	0,608017

La Ilustración 36 despliega un gráfico de caja y bigotes para Minoristas (Tienda), donde se observa que el 50% de los datos se encuentran entre el rango de pérdidas de 3% al 5%, también se observan datos atípicos, es decir 8 puntos alejados que se encuentran a más de 1,5 veces el rango intercuartil por arriba de la caja, éstos valores corresponden al valor de (10%) que manifestaron 8 minoristas, no existen datos muy alejados.

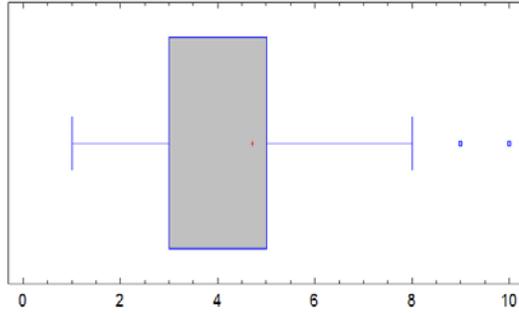


Ilustración 36. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdidas en Minorista (Tienda)

Fuente: Elaboración Propia

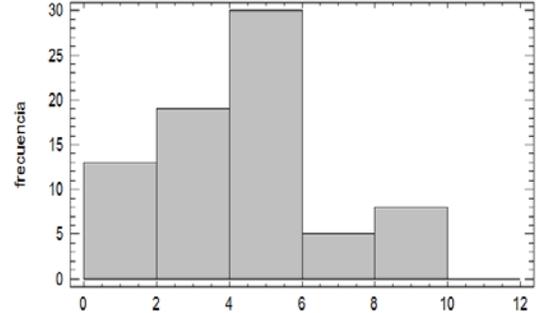


Ilustración 37. Histograma de pérdidas en Minorista (Tienda)

Fuente: Elaboración Propia

Se definieron 6 intervalos, donde aproximadamente el 83% por ciento de los datos se ubican en el intervalo 1,2 y 3 que va del 0 al 6%, en el tercer intervalo tiene una frecuencia de 30 datos tal como se observa en la Ilustración 37.

Para el actor de minorista (tiendas) la tasa de pérdida de plátano luego de evaluar el total de la cantidad perdida de producto sobre el total de compra para los datos recopilados en este actor, es del **5%, lo que equivale a 1.811 kg/mes de plátano perdido, es decir, 1,8 toneladas al mes.**

- **Pérdidas en Minoristas (Plazas de Mercado)**

En plazas de mercado se analizaron 26 datos en total, con un promedio de pérdida de 13% y una desviación estándar del 7,6. El valor mínimo identificado en los datos analizados es 5% y el valor máximo de 30%, para el caso del sesgo estandarizado, éste no se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal en vista de que el valor está fuera del rango de -2 a +2 lo cual indica desviaciones significativas de la normalidad, sin embargo el valor de la curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen Estadístico de pérdidas en Minorista (Plaza de Mercado)

<b>Recuento</b>	26
<b>Promedio</b>	13,1154
<b>Desviación Estándar</b>	7,67503
<b>Coficiente de Variación</b>	58,5193%
<b>Mínimo</b>	5,0
<b>Máximo</b>	30,0
<b>Rango</b>	25,0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	2,38294
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,129952

En la Ilustración 38 se presenta el gráfico de caja y bigotes, donde se observa que el 50% de los datos se ubican entre el rango de 8 y 10%, los bigotes de la caja se extiende desde 5 a 30 que son los valores máximo y mínimo, la media se ubica en el punto 13 mientras que la mediana está ubicada entre 9,4. En la Ilustración 39 se presenta el histograma, que

cuenta con 6 intervalos, en el cual los datos se encuentran mayormente concentrado en el segundo intervalo con una frecuencia de 62% datos.

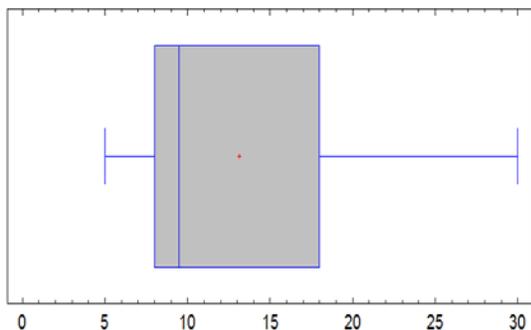


Ilustración 38. Gráfico de Caja y Bigotes de pérdida en Minorista (Plaza de Mercado)

Fuente: Elaboración Propia

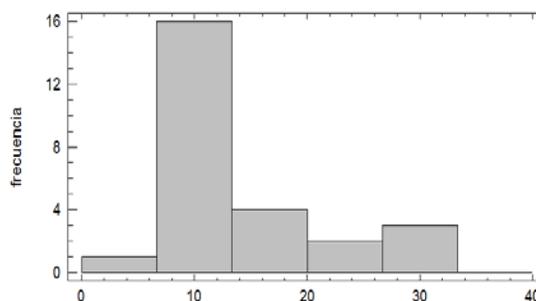


Ilustración 39. Histograma de pérdidas en Minorista (Plaza de Mercado)

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a las pérdidas reales para los 26 minoristas (plazas de mercado) que participaron en el estudio, una vez analizadas sus cantidades total de pérdida y de compra, se obtuvo que el porcentaje de pérdida es de **16%**, lo que representa a **2.119 kg/mes o 2 toneladas de plátano al mes**.

## 5.2. Cuantificación de pérdidas en la cadena de plátano en Cundinamarca.

Tal como se indicó en el numeral 2.1.3 del capítulo del Estado del Arte, en el cual se realizó una revisión de las metodologías y los métodos diseñados para la evaluación de pérdidas de alimentos, se evidenció que las metodologías existentes se enfocan en su gran mayoría a evaluar las pérdidas por roedores y aves en el proceso de almacenamiento, y muy pocas evalúan toda la cadena de suministro. Así mismo, muy pocas metodologías o ninguna se enfocan en evaluar las pérdidas de alimento a causa de factores logísticos, como tampoco se ha realizado su análisis tomando como punto focal los actores que conforman la red de suministro.

En la Ilustración 8 se proponen una serie de pasos los cuales definen un método para evaluar y cuantificar las pérdidas de alimento presentadas en una cadena de suministro puntual, es importante resaltar que si la muestra analizada no cuenta con la representación estadística requerida, NO se debe generalizar las cantidades de pérdidas a toda la cadena y menos de una cadena de suministro alimentaria a otra.

**El estudio de caso realizado en esta investigación, no cuenta con la representatividad de actores necesarios para llegar a generalizar las pérdidas de plátano a nivel departamental ni nacional, por lo tanto, para llegar a globalizar las pérdidas en una cadena específica, es necesario contar con el rigor estadístico que permita un mayor alcance.**

El diagrama de MFA, presenta el balance de flujos para la cadena de suministro del plátano identificada y evaluada en campo, como se observa en la Ilustración 41, participan cuatro tipos de actores. La red está delimitada por una línea punteada la cual establece los límites del sistema, de igual manera, presenta los flujos de entrada y salida para cada actor, las flechas azules indican el flujo de producto que se mantiene en el sistema y pasa de un actor a otro, mientras que las flechas rojas indican la cantidad de producto que sale del sistema, para este caso, esas salidas hacen referencia a las pérdidas de producto. El ancho de las flechas está relacionado directamente con la cantidad de producto en el flujo, a esto se le conoce como estilo Sankey, es decir, entre más ancha la flecha, mayor es su flujo.

La cantidad total que ingresa al sistema o el “import” de acuerdo a la nomenclatura del software, definido como “I”, fue tomada de la cantidad total producida por las 14 unidades productivas que participaron en el estudio, los valores corresponden a Kg/mes, de esta forma en cada caja se aplica el porcentaje de pérdida previamente definido por actor lo cual permite definir la cantidad de pérdida y las cantidades que continúan en el sistema. Al final del diagrama resulta una cantidad de producto que sale del último actor, en este caso, sale del minorista, esta cantidad se considera un “export” definido como “E” pero en realidad es la cantidad de producto que se dirige al consumidor, para este caso no se incluyó debido a que no se realizó la caracterización de este actor y por lo tanto no se conoce su porcentaje de pérdida.

La cantidad total de plátano que ingresa al sistema es de 1.354.250 kg/mes, y luego de pasar por cada uno de los actores que conforman la cadena de suministro, la cantidad total que egresa del sistema hacia los consumidores finales es de 881.977 kg/mes, lo que significa que a lo largo de esta cadena de suministro se perdió un total de 472.273 Kg/mes, es decir, 472 toneladas de plátano al mes, equivalente al 35% de la cantidad importada.

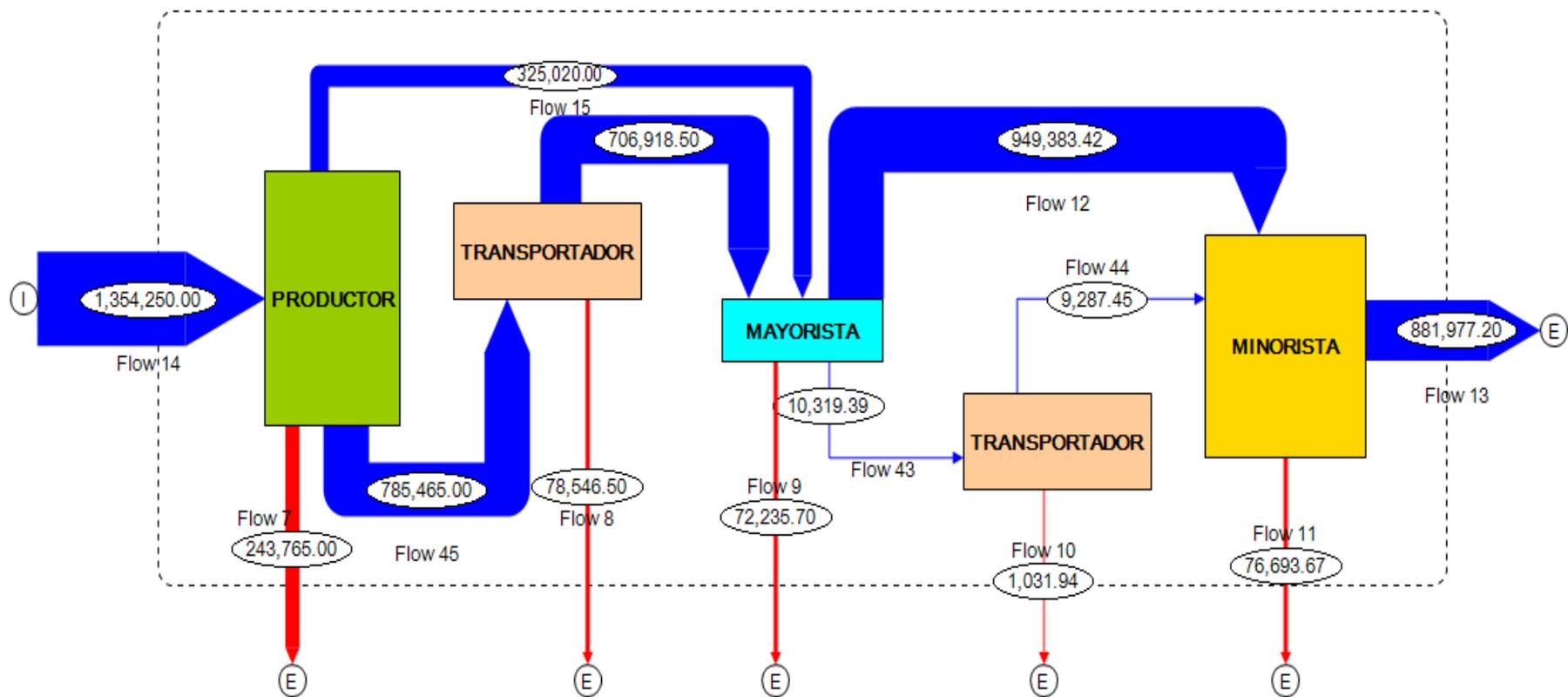


Ilustración 40. MFA para la Cadena de Suministro de Plátano - Caso de estudio  
Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Identificación de Puntos Críticos

Los factores que contribuyen a la pérdida de alimentos van desde la mecanización de prácticas de cosecha hasta la manipulación, procesamiento, las condiciones meteorológicas, las prácticas de producción, las decisiones de gestión, las instalaciones de transporte, las cuestiones de calificación, la infraestructura, las preferencias / actitudes de los consumidores y la disponibilidad de los mercados financieros (Aulakh & Regmi, 2013).

Una cadena típica de poscosecha comprende una serie de etapas para el movimiento de la producción cosechada desde el campo hasta el mercado minorista final. Las pérdidas sufridas en cada etapa varían dependiendo de la organización y las tecnologías utilizadas en la cadena de suministro de alimentos. Por ejemplo, en los países menos desarrollados, donde la cadena de suministro es menos mecanizada, se producen mayores pérdidas durante el secado, el almacenamiento, el procesamiento y el transporte (Hodges et al., 2011).

Los alimentos deben viajar grandes distancias desde el punto de producción hasta el punto de consumo, por lo cual las pérdidas de producto ocurren en cada etapa a lo largo de la CSA y contribuyen al PHL total. La pérdida en cada etapa es impulsada por diferentes factores (Aulakh & Regmi, 2013)

En la Ilustración 42, se presenta nuevamente la cadena de suministro de plátano, y se clasifican de 5 a 1 la criticidad de la pérdida presentada para los actores de la cadena, el punto o los puntos críticos están directamente relacionado con las cantidades de pérdida de producto, es decir, entre mayor cantidad de pérdida, mayor es el nivel crítico. Todas las pérdidas se consideran críticas, sin embargo se clasifica de mayor a menor.

De acuerdo a lo anterior, el productor es el que presenta mayor nivel crítico debido a su alto nivel de pérdida de producto con un 18% sobre la cantidad producida lo que equivale a 243.752 Kg/mes, es importante mencionar, que parte de esta cantidad es utilizada para el consumo animal, sin embargo, no fue posible determinar esta proporción, sigue el transportador que se ubica entre la unidad productiva y el mayorista, en donde la pérdida asciende a 78.246 kg/mes equivalente al 10% de la cantidad que ingresa al actor, en un tercer nivel está el minorista, en donde se contempla las plazas de mercado y las tiendas, en donde se pierde un total de 76.694 Kg/mes que corresponde a un 8% de la cantidad comprada de plátano. En cuarto lugar se ubica el mayorista con pérdidas de 72.236 Kg/mes (7%) seguido del transportador entre mayorista y minorista con un total de 1.032 Kg/mes de producto perdido (10%).

Los porcentajes de pérdidas entre los dos tipos de transportadores es el mismo, sin embargo, la cantidad de producto perdido varía a causa de la cantidad de plátano que se transporta, esto podría implicar que la cantidad de pérdida total de producto depende de su canal de distribución. Así mismo, es importante reconocer que para lograr el objetivo de reducir las pérdidas, es necesario trabajar la cadena como un todo, y no cada actor o

proceso de manera individual, debido a que si únicamente se planten estrategia para reducir la pérdida en un proceso, la pérdida que se evita en éste es trasladada al siguiente actor.

Finalmente, y una vez identificado y clasificado los puntos críticos dentro de la cadena de suministro de plátano, se presenta en la Ilustración 41 las principales causas de pérdidas en la CS de Plátano para cada actor, identificadas a partir del caso de estudio realizado.



**PRODUCTORES**

- Prácticas de producción inadecuadas.
- Falta de planificación en la siembra (oferta).
- Falta de coordinación entre actores
- Infraestructura insuficiente



**TRANSPORTADOR**

- Ineficiencias en el transporte.
- Falta de estándares en empaques
- Deficiencia en la infraestructura del transporte
- Daño mecánico
- Mal manejo del producto
- Falta de control en la respiración y transpiración del producto
- Falta de normatividad para el transporte de alimentos perecederos



**MAYORISTAS**

- Inadecuadas condiciones de almacenamiento
- Incumplimientos con los estándares mínimos de inocuidad alimentaria.
- Deterioro por manejo
- Falta de control en el proceso de maduración
- Falta de control en la respiración y transpiración del producto
- Falta de normatividad para el almacenamiento de alimentos perecederos



**MINORISTA**

- Condiciones de empaques
- Infraestructura deficiente
- Falta de control en el proceso de maduración
- Sobre oferta
- Falta de control en la respiración y transpiración del producto
- Falta de normatividad para el almacenamiento de alimentos perecederos

Ilustración 41. Principales causas de pérdida de producto en la CS de Plátano  
Fuente: Elaboración propia - Fotos propias

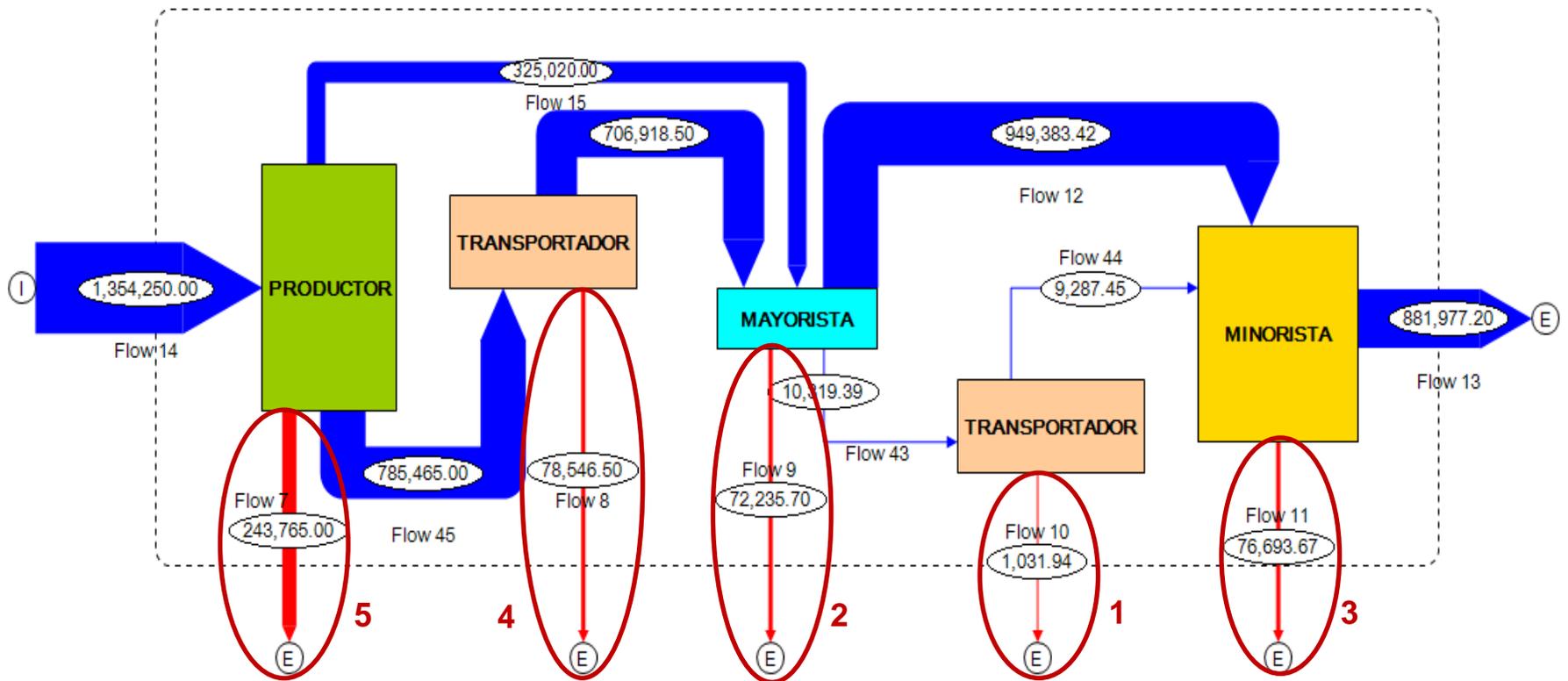


Ilustración 42. Identificación de puntos críticos  
Fuente: Elaboración Propia

## **6. Estrategias Logísticas para la Prevención y Reducción de Pérdidas de Plátano.**

Aulakh & Regmi, 2013 expresó en su estudio que las condiciones de transporte y la distancia de transporte desempeñan un papel importante en la influencia de la magnitud de las pérdidas de alimentos, lo cual implica mayores distancia, malos modos de transporte y el uso anticuado de contenedores de almacenamiento conducen al incremento significativo de las pérdida. Además, las condiciones de almacenamiento tales como temperatura, humedad, tecnología, material de contenedores y edificios contribuyen en gran medida a las pérdidas incurridas en esta etapa. La alta humedad y la temperatura proporcionan el ambiente favorable para las multiplicaciones de la plaga y de mohos, conduciendo a un deterioro biológico más rápido mediante la aceleración del proceso de maduración.

Los autores también manifiestan que las cadenas de suministro menos desarrolladas tienen estándares deficientes o inexistentes para los materiales de empaque y embalaje utilizados en el transporte y almacenamiento, lo que resulta en un deterioro rápido. Los alimentos mal empacados y embalados pierden humedad rápidamente cuando se exponen a condiciones desfavorables, contribuyendo a su vez a las pérdidas de alimentos. Estas pérdidas pueden ser mayores si los empaques de mala calidad van acompañados de una mala logística para la comercialización. La mala logística del mercado es una gran preocupación en las cadenas de suministro de alimentos menos desarrolladas.

Para resumir, diferentes factores afectan la eficiencia de cada etapa a medida que los productos pasan a la siguiente etapa de la cadena de suministro, las variaciones en las condiciones óptimas dan lugar a pérdidas de alimentos inadvertidas. En resumen, los factores principales que contribuyen a la mayoría de las pérdidas son: tecnología, clima, infraestructura, normatividad, y coordinación, junto con otros aspectos específicos desempeñan un papel importante en la determinación de las pérdidas de alimentos desde la unidad productiva hasta el punto de venta.

## 6.1. Identificación de ejes prioritarios para la prevención y reducción de pérdidas de Plátano.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la propuesta de estrategias logísticas que permitan prevenir y reducir las pérdidas en la cadena de suministro de plátano. Sin embargo, es importante mencionar que para obtener resultados favorables en la prevención y reducción de la pérdida es necesario adoptar una visión más global de las partes involucradas con el tema, lo cual obliga ir allá del sólo el aspecto logístico. Como bien se presentó en el capítulo anterior, las deficiencias logísticas tienen una participación importante en las pérdidas del producto, pero no son las únicas, por ello a continuación se mencionan a grandes rasgos las principales líneas a seguir para lograr una estrategia efectiva en la reducción y prevención.

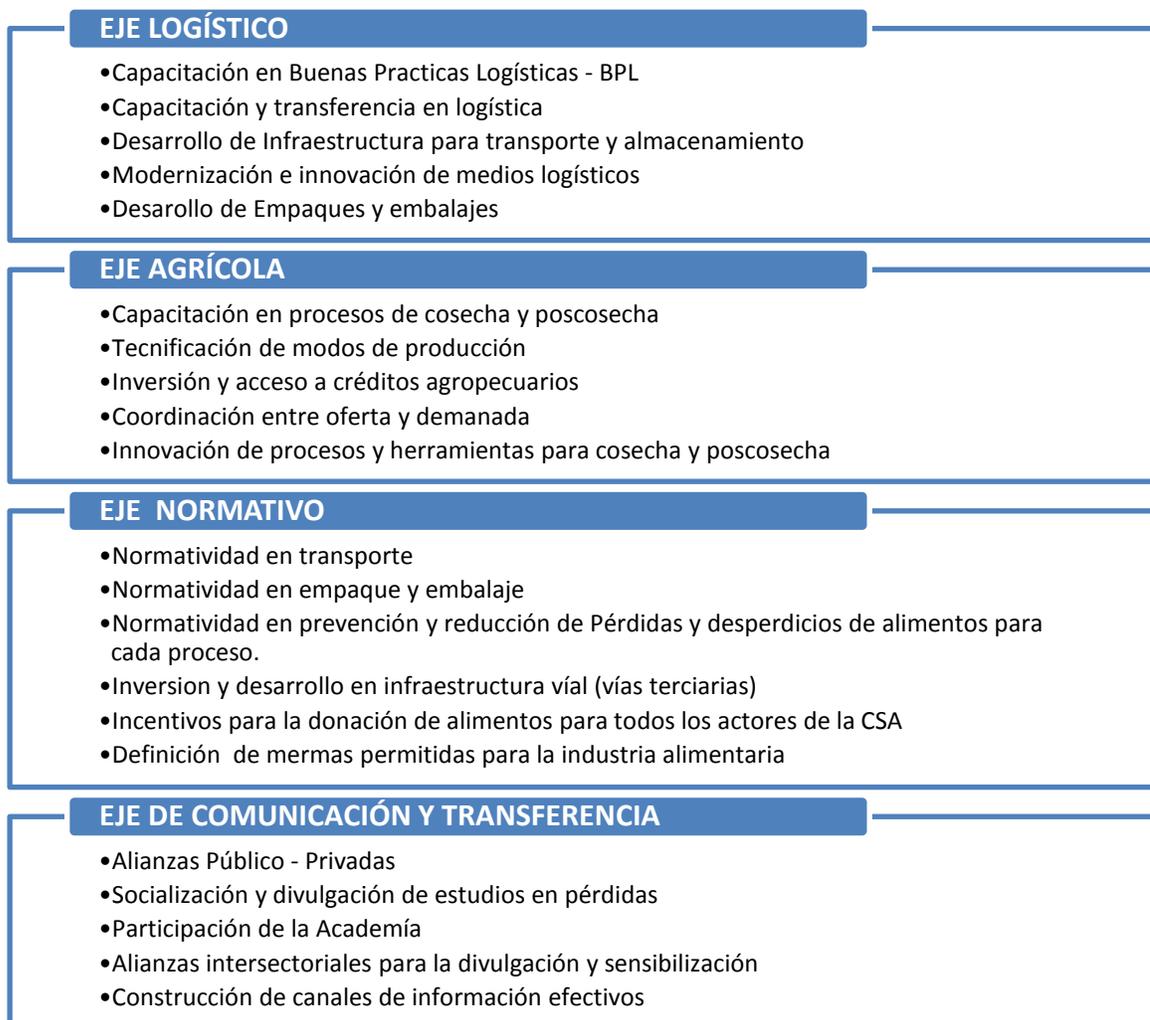


Ilustración 43. Estrategias Generales por aspectos principales  
Fuente: Elaboración Propia

La Ilustración 43 propone 4 ejes prioritarios en donde se plantean posibles estrategias para la reducción de pérdidas de alimento, toda la información se recopila de lo observado

en campo y de las observaciones, comentarios y recomendaciones de los actores participantes del estudio.

El eje logístico, propone estrategias de mejora para aspectos puntuales que se consideran deficientes en la cadena de suministro, en realidad pretende mejorar los procesos logísticos desde la capacitación y transferencia, inversión e innovación para cada uno de los procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución, involucrando a todos los actores y demás entidades que participan en el cadena de suministro alimentaria.

El eje agrícola, define las posibles estrategias para fortalecer el sector primario en función de mejorar su productividad y competitividad, mediante capacitación, inversión, tecnificación e innovación de los procesos agrícolas.

El eje normativo, requiere la intervención principal de las entidades de gobierno competentes en el desarrollo de normatividad que regule y controle los aspectos posibles que afectan directamente las pérdidas de alimentos, como por ejemplo, incentivar la donación de alimentos a los bancos de alimentos, sancionar la pérdida o desecho voluntario de alimento, regular las mermas en la industria alimentaria, entre otras.

Eje de comunicación y transferencia, está orientado en principio la transferencia de conocimiento y experiencias desde los diferentes sectores del sector alimentario, lo anterior implica una fuerte experiencia de la Academia y de alianzas público-privadas. Este eje también implica el desarrollo de estrategias que permita la sensibilización de la sociedad civil y del sector productivo alrededor de la implicación social y económica de las pérdidas y desperdicio de alimentos. Otro aspecto importante, es la construcción de canales efectivos de información que permita articular la oferta de alimentos con la demanda de los mismos, con el objetivo de evitar el exceso de producción.

## **6.2. Propuestas de Estrategias**

A continuación se presenta por actor, las posibles estrategias logísticas a desarrollar con el propósito de prevenir y reducir las pérdidas de plátano.

### **6.2.1. Productor**

El numeral 4.5.1 del presente documento, presentó las generalidades para los productores de plátano, los aspectos mencionados son el insumo para proponer las estrategias específicas para este actor.

- **Capacitación y adopción de Buenas Prácticas Agrícolas**, lo que también implica el cumplimiento de normatividad relacionada con sanidad e inocuidad en el proceso de producción.

- **Planeación de producción.** Implica la coordinación con demás actores de la cadena con el propósito de generar canales de información eficientes que permitan articular la oferta y la demanda.
- **Inversión y Desarrollo.** El sector primario requiere de inversión o financiamiento a agricultores para poder acceder a tierras, semillas, y demás insumos necesarios para la producción adecuada de productos agroalimentarios. Así mismo, necesitan de un respaldo para asegurar sus cosechas, que se ven afectas por el cambio climático.
- **Tecnificación e Innovación.** Es necesario invertir en el desarrollo y la tecnificación del proceso de producción así como en espacio adecuado de almacenamiento que cumplan con los estándares de sanidad e inocuidad del producto. Esto también implica, la inversión, desarrollo e innovación en lo relacionado a empaques y embalaje para la recolección, acopio y almacenamiento en las unidades productivas.
- **Garantías de precio.** Un factor importante para reducir las pérdidas en productor, es garantizar un precio justo que signifique un ganancia para el agricultor, en vista de que en algunos casos, el precio ofrecido a los agricultores no compensa la inversión y trabajo realizado, provocando que en ocasiones el agricultor decida no vender y destinar la producción a consumo animal.

### 6.2.2. Transportador

Los aspectos generales del transportador se pueden revisar en el numeral 4.5.2, a continuación se presentan las estrategias de mejora para este actor.

- **Inversión en medios adecuados para el transporte.** La utilización de medios de transporte adecuados es indispensable para la reducción de las pérdidas de alimentos, esto implica, inversión en tecnología que garantice y conserve las condiciones ambientales y atmosféricas para el producto. Así como también las condiciones de sanidad e inocuidad del alimento.
- **Manipulación adecuada.** Parte de la capacitación de las personas encargadas en el cargue y descargue del alimentos, es indispensable para la conservación del producto tener contacto directo mínimo, evitando golpes y cualquier evento que pueda causar daño al alimento.
- **Inversión y desarrollo vial.** Es preciso garantizar la calidad de las vías de acceso a las unidades productivas, para ello, es necesario que las entidades competentes inviertan en la mejora y desarrollo vial, lo cual generaría reducción en los tiempos de transporte y golpes generados al producto por la mala condición de las vías.
- **Implementación de sistemas de trazabilidad.** Invertir en la adquisición de tecnologías de trazabilidad, que permitan, realizar seguimiento en tiempo real del alimento.

### 6.2.3. Mayoristas

Las generalidades del actor mayorista se pueden revisar en el numeral 4.5.3, la información contenida en éste numeral, permitió proponer las estrategias mencionadas a continuación.

- **Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura –BPM.** Es necesario capacitar, implementar y monitorear la implementación de las buenas prácticas de manufactura y sistemas de gestión de calidad que garanticen la sanidad e inocuidad del alimento.
- **Planificación de compra.** El objetivo es comprar lo necesario para no tener excedente de producto que luego no será vendido, para ello es necesario conocer la demanda y los comportamientos del cliente.
- **Inversión en infraestructura para almacenamiento.** Invertir en la construcción y adecuación de espacios especiales para el almacenamiento de alimentos, lo cual contempla la inversión en tecnología para la conservación y demás elementos que promuevan el menor contacto directo o manipulación del producto.
- **Innovación y modernización de empaques y embalajes.** Diseño y uso de empaques y embalaje adecuado para cada tipo de producto que minimicen el daño causado por el tiempo y la manipulación.
- **Capacitación y transferencia.** Por parte de las entidades competentes, realizar transferencia de conocimiento que permita a los mayoristas el desarrollo adecuado de su actividad. Es necesario estandarizar y divulgar los medios adecuados para el almacenamiento de alimentos (ej. cadena de frío), dando soporte y acompañamiento.

### 6.2.4. Minoristas

Las generalidades de los minoristas se puede revisar en el numeral 4.5.4, a continuación se proponen estrategias logísticas que propenden por la reducción del nivel de pérdidas en este actor.

- **Planeación de compra.** Es necesario que el proceso de aprovisionamiento en el minorista sea resultado de un proceso previo de planificación, en función la demanda del producto por parte de los cliente, es necesario tener un estimado o promedio de venta del producto, con el propósito de no comprar en exceso y evitar mayores pérdidas de producto, así como tampoco poder ventas por inexistencias.
- **Inventarios.** Controlar la rotación del producto en el establecimiento de venta es muy importante al tratarse de un producto perecedero, por lo cual es importante que los productos con mayor tiempo en los anaqueles, sean lo que estén más visibles al consumidor.

- **Almacenamiento.** Es indispensable contar con los equipos mínimos para la conservación del producto, anaqueles adecuado, empaque propios y especiales para cada tipo de producto, evitar la sobre manipulación y brindar las condiciones atmosféricas y ambientales adecuadas para conservación y permitan extender la vida del producto.
- **Estrategias de venta.** Con el fin de reducir las pérdidas de producto por maduración y daños, se recomienda realizar promociones por cantidad o descuentos en su valor. Otra opción es la innovación en cuanto al reacondicionamiento del producto para ser vendido en otro tipo de presentación que sea llamativo para el consumidor.
- **Donaciones.** Como último recurso, y si después de aplicar todas las recomendaciones anteriores, se recomienda la donación del producto a Bancos de Alimentos.

Las estrategias mencionadas anteriormente, en general corresponden a posibles acciones a implementar por cada actor. Es importante mencionar que existen otras entidades vinculadas directamente con el tema de pérdidas de alimentos, como lo son las Entidades Estatales, la Academia y Organizaciones internacionales.

Todo lo relacionado a inversión, debe partir de una iniciativa de Gobierno y alianzas con entidades Público-Privadas, las Academia juega un rol muy importante en todo lo relacionado a Investigación, transferencia de conocimiento y capacitación.

### 6.3. Priorización de Estrategias

Para el desarrollo de estrategias, se procederá a la jerarquización de las estrategias mencionadas en el punto anterior, las cuales se agruparan en principio en 5 criterios, para luego ser sometidas a evaluación de expertos y actores. Posteriormente se procederá al desarrollo de las dos primeras estrategia dentro de la jerarquización realizada con el fin de definir un plan de acción que permitan y faciliten su implementación.

Para la jerarquización de las estrategias se implementó la consulta de expertos, considerando como expertos a los directos implicados, quienes realizan cada una de las actividades y procesos en los cuales se presentan las pérdidas del producto, es decir, los actores que conforman la cadena de suministro del Plátano. A continuación se presenta el

diagrama de las estrategias previstas, todas en línea con el objetivo de reducir las pérdidas de Plátano en la red de suministro.

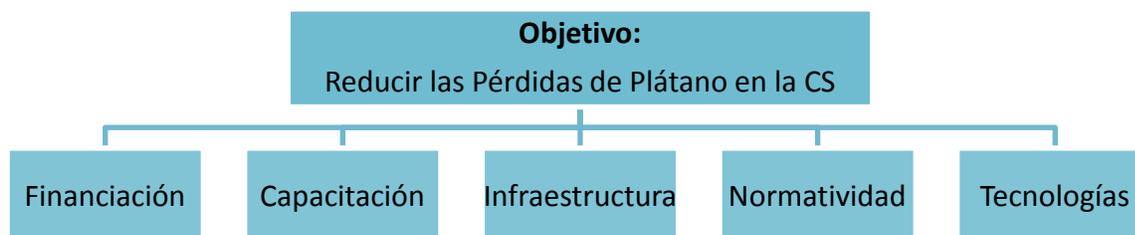


Ilustración 44. Estrategias a Priorizar  
Fuente: Elaboración Propia

Cada uno de los criterios definidos, agrupan las posibles acciones mencionadas anteriormente. Una vez establecidos, se procedió a consultar a los diferentes actores, es importante mencionar que los actores consultados no fueron los mismos que se entrevistaron en el trabajo de campo, a diferencia de los productores, quienes fueron contactados por medio telefónico, el resto de actores fueron consultados de manera aleatoria en Corabastos (mayoristas y transportadores) y en tiendas de barrio (minoristas).

En el caso del productor, se contactó a los 14 productores que participaron en la investigación, sin embargo se obtuvo respuesta de 8, para el caso de mayoristas y transportadores, éstos fueron contactados directamente en la central de abastos de manera aleatoria, en total se consultó a 10 mayoristas y a 10 transportadores, para el caso de los minoristas, fueron contactados en tiendas de barrio de la localidad de Fontibón, en total se consultaron 8 tiendas. Los resultados se pueden revisar en el Anexo 2.

Para definir la escala de priorización, se solicitó a cada uno de los actores consultados, que categorizara con una puntuación de 1 a 5 cada uno de los criterios presentados, siendo 1 el de menor relevancia y 5 el de mayor relevancia. A continuación se presenta en la Tabla 8 el resumen de la puntuación global por criterio, de acuerdo al actor.

Tabla 8. Resumen de respuestas por actor  
Fuente: Elaboración propia

Actor/Criterio	Criterio 1 Financiamiento	Criterio 2 Capacitación	Criterio 3 Infraestructura	Criterio 4 Normatividad	Criterio 5 Tecnologías
<b>Productor</b>	24	31	36	11	16
<b>Transportador</b>	17	37	46	23	28
<b>Mayoristas</b>	14	44	40	27	25
<b>Minorista</b>	16	47	36	16	36
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>159</b>	<b>158</b>	<b>77</b>	<b>105</b>

En la tabla anterior, se observa que las prioridades varían dependiendo de los actores, para los productores, la prioridad es la infraestructura seguido de capacitación, financiación, tecnologías y por último normatividad.

Los transportadores consideran que el criterio más importante es la infraestructura, entendiendo su interés por el desarrollo de las vías terciarias, y la construcción de centros de acopio regionales que faciliten el acopio de los productos agrícolas, en segundo lugar el tema de capacitación, seguido por tecnologías, normatividad y finalmente la estrategia de financiamiento. Los mayoristas consideran que lo prioritario son las estrategias que se direccionan a la capacitación, especialmente en lo referente a almacenamiento y manejo de alimentos, en segundo lugar se ubica infraestructura, seguido de normatividad, tecnologías y por último el financiamiento.

Los minoristas al igual que los mayoristas, consideran la capacitación como prioritario, infraestructura y tecnologías obtuvieron el mismo resultado, ubicandose en el segundo lugar, mientras que infraestructura y financiamiento se ubican en el tercer lugar con el mismo puntaje.

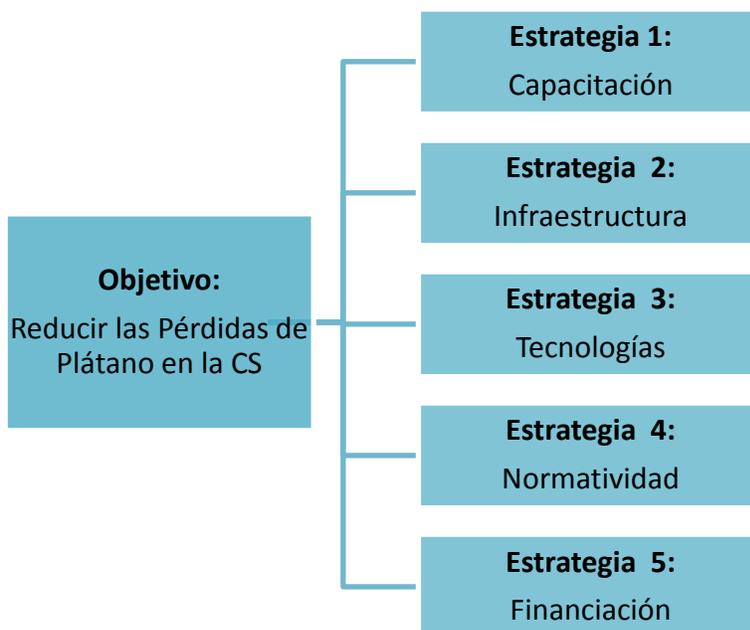


Ilustración 45. Estrategias Priorizadas  
Fuente: Elaboración Propia

El resultado global de la priorización muestra que capacitación es la estrategia más importante de acuerdo a la categorización realizada por los expertos, seguida de infraestructura, tecnologías, normatividad y financiación como última estrategia. En vista, de que foco central de la presente investigación radica en la definición y propuesta de estrategias que reduzcan las pérdidas de Plátano, a continuación se aterrizan dichas soluciones mencionadas anteriormente, en dos propuestas específicas que apuntan a las primeras dos estrategias presentadas en la Ilustración 45.

## **6.4. Desarrollo de Estrategias**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la sección anterior, se expone la necesidad de generar estrategias que involucre la participación activa de los diferentes actores que conforman el sistema alimentario del país, con el objetivo de definir, implementar y ejecutar iniciativas de manera conjunta. En consecuencia, en este apartado se desarrollan las dos primeras estrategias resultado de la jerarquización realizada, donde la estrategia de capacitación fue considerada por los actores consultados como la principal estrategia a implementar de acuerdo a sus necesidades, respecto a mejorar el desarrollo de sus operaciones logísticas con vista a prevenir y reducir las pérdidas de producto.

La segunda estrategia es Infraestructura, la cual hace referencia a desarrollo y fortalecimiento de vías terciarias y secundarias, con el fin de mejorar las condiciones del transporte, así como la construcción y dotación de centros de acopio regionales que promueva la coordinación entre actores, mejorando los procesos de acopio, almacenamiento, alistamiento y distribución de los alimentos.

### **6.4.1. Capacitación**

La estrategia de Capacitación propuesta, parte de la necesidad de definir un plan de transferencia de conocimiento acorde a las necesidades identificadas en el estudio y manifestada por los actores, como productores, mayoristas, minoristas, gremios y asociaciones. Adicionalmente la estrategia contempla la vinculación de gobierno y consumidores dentro de los contenidos desarrollados.

La estrategia propone un plan de capacitación basado en talleres que buscan fortalecer las prácticas logísticas en las cadenas de suministro alimentarias, en total se proponen siete (7) talleres que plantean contenidos integrales con el fin de atender las diferentes necesidades de los participantes, así mismo, se proponen contenidos que buscan fortalecen aspectos importantes de coordinación e integración en la red de suministro que apunten a mejorar el desarrollo de sus procesos logísticos con el objetivo de minimizar las causas que generan las pérdidas de alimentos.

El plan de acción definido para la estrategia se detalla en el Anexo3, en el cual se describe los contenidos, la metodología, y los recursos bibliográficos para cada taller, así como también el público objetivo al que se dirige. Se presenta un desglose presupuestal para la implementación de los talleres, definiendo los costos que debería asumir cada participante, conociendo de antemano que muchos de los participantes como productores, tenderos, consumidores, entre otros, cuentan con la disponibilidad

de tiempo y el interés de participar en el desarrollo de los mismos, sin embargo, no cuentan con la disponibilidad presupuestal para costarlo, por lo cual, se propone una estrategia de financiación por parte del gobierno, y de otras entidades como gremios.

Adicionalmente, la estrategia busca generar espacios intersectoriales y multidisciplinarios, en los cuales se generen diálogos entre los participantes, en busca de soluciones y consensos que se dirijan a mejorar su competitividad y productividad.

## 6.4.2. Infraestructura

Respecto a la estrategia de infraestructura, y de acuerdo a los aspectos manifestados por los actores como factores que generan pérdida de producto, se propone la construcción de escenarios materializados con un modelo matemático, en el cual se evalúe el impacto que tiene la construcción de centros de acopio regionales e los niveles de pérdidas de producto.

Es importante mencionar que la construcción de los escenarios propuestos supone que mediante la instalación de centros de acopio se mejoran los procesos de acondicionamiento, agregación y distribución, lo que implica organización y coordinación entre productores, gracias a ello se mejoran las condiciones de empaque, para los escenarios se asume que el producto se empaqueta en canastilla plástica desde la unidad productiva, lo cual reduce significativamente la pérdida del producto.

El modelo propuesto permite evaluar el compartimiento de los costos en relación a las pérdidas de producto, para ello se plantea la siguiente hipótesis: “La localización de centros de acopio regionales permite reducir los niveles de pérdida de alimento”. Para el desarrollo del modelo, se tomó cada uno de los municipios productores de plátano en el departamento de Cundinamarca ( $m$ ), quienes tienen una oferta determinada de plátano, así mismo, se definió que Corabastos ( $k$ ) sería el destino final o mercado al cual se enviaría el producto, desde los centros de acopio regionales ( $c$ ).

Los parámetros propuestos para el modelo se definen a continuación:

*PRO: Cantidad de producción para el periodo por municipio*

*CT1: Costo de transporte por viaje entre municipio y centro de acopio*

*CT2: Costo de transporte por viaje entre centro de acopio y Centro de abasto*

*CT3: Costo de transporte por viaje directo entre municipio y Centro de abasto*

*CC1: Capacidad de carga por viaje T1*

*CC2: Capacidad de carga por viaje T2*

*CCK: Cantidad de Centros de acopio a abrir para el escenario*

*PE1: Pérdida (entre 0 y 1) por transporte entre  $m$  y  $c$*

*PE2: Pérdida (entre 0 y 1) por tránsito en centro  $c$*

*CTV: Costo de tránsito variable*

*CFO: Costo fijo de operación*

Las variables de decisión definidas son las siguientes:

*AP: Localización de c*

*AC: Asignación de m a c*

*AK: Asignación de m a k*

*Q2: Cantidad despachada de producto de c hacia k*

*Q3: Cantidad despachada de producto de m hacia k*

*QK: Cantidad real llegada a k*

*T1: Cantidad de transporte en número de viajes de m a c*

*T2: Cantidad de transporte en número de viajes de c a k*

*T3: Cantidad de transporte en número de viajes de m a k*

Finalmente, se define la función objetivo:

$$Zmin = \left( \sum_m \left( \sum_c (CT1_{c,m} * T1_{c,m}) \right) + \sum_c \left( \sum_k (CT2_{c,k} * T2_{c,k}) \right) + \sum_m \left( \sum_k (CT3_{k,m} * T3_{k,m}) \right) + \sum_c \left( \sum_k (CTV * Q2_{c,k}) \right) + \sum_c (CFO * AP_c) \right)$$

Sujeto a:

$$T1_{m,c} \geq \frac{PRO_m * AC_{m,c}}{CC1} \quad ; \forall m, c \quad (1)$$

$$T2_{c,k} \geq \frac{Q2_{c,k}}{CC2} \quad ; \forall c, k \quad (2)$$

$$T3_{m,k} \geq \frac{Q3_{m,k}}{CC1} \quad ; \forall m, k \quad (3)$$

$$\sum_k Q2_{c,k} = \sum_m (PRO_m * AC_{m,c} * (1 - PE2)) \quad ; \forall c \quad (4)$$

$$\sum_k Q3_{m,k} = \sum_m (PRO_m * AC_{m,k} * (1 - PE1)) \quad ; \forall m \quad (5)$$

$$\sum_c AC_{m,c} + \sum_k AK_{m,k} = 1 \quad ; \forall m \quad (6)$$

$$AC_{m,c} \leq AP_c \quad ; \forall m, c \quad (7)$$

$$\sum_c AP_c = CCK \quad (8)$$

$$QK_k = \sum_m Q3_{m,k} + \sum_c Q2_{c,k} \quad ; \forall k \quad (9)$$

Las restricciones (1), (2) y (3) definen el número de viajes a realizar entre cada tramo, de acuerdo a la capacidad del vehículo asignado, la (4) determina la cantidad de producto perdido en el proceso de transporte para el primer y segundo tramo y la pérdida por tránsito en el centro de acopio, mientras que (5) determina la cantidad de producto perdido en transporte por envío directo desde el municipio a Corabastos.

Para garantizar que cada municipio productor, fuese asignado a un solo centro de acopio o en su defecto realizara el envío directo a corabastos se define la restricción (6), así mismo, se define que la asignación posible entre municipios productores y centros de acopio, no supere el número de centros de acopio abiertos en cada escenario, teniendo cada centro capacidad ilimitada, mientras que la (8) define que el numero de centros de acopio asignado a cada escenario, sea exactamente el número de centros localizados en el departamento. Finalmente la (9), garantiza que el total de producto recibido en Corabasta, sea el enviado desde los centros de acopio, más el enviado desde los municipios para el caso de envíos directos.

El modelo fue corrido en Gams y los resultados fueron graficados en QGIS, haciendo uso de una base de datos de PostgreSQL, mediante la cual se logró crear los mapas de la localización de los centros de acopio y asignación de los municipios en el departamento de Cundinamarca. En la Ilustración 47 se pueden observar los resultados obtenidos en el primer escenario, en el cual se propone la localización de un (1) centro de acopio regional, este se ubica en el municipio de la Palma, y acopia la producción de seis municipio aledaños, mientras que el resto de los municipio productores realizan envío directo a Corabastos.

Para el segundo escenario, se ubican dos centros de acopio, uno de éstos se localiza nuevamente el municipio de La Plama, acopiando en este caso la producción de 4 municipios, mientras que el segundo se ubica en el municipio de Sasaima atendiendo a 10 municipio próximos, el resto de los municipios no asignados a los centros de acopio, realizaron envíos directos a Corabastos (Ilustración 48). El tercer escenario, propone la localización de tres centros, para este escenario se registra exactamente la misma asignación del escenario anterior para los dos primeros centros, mientras que el tercer centro se localiza en el municipio de Viotá, y acopia el producto proveniente de 5 municipios en total (Ilustración 49).

Finalmente en el cuarto y último escenario que se presenta en la Ilustración 50, se localizan cuatro centros de acopio, ratificando nuevamente los resultados obtenidos en los escenarios anteriores, es decir, centro 1 en La Palma, centro 2 en Sasaima, centro 3 en Viotá y finalmente el centro 4 en Paratebueno el cual acopia la producción de dos municipios, los cinco municipios restantes que no fueron asignados a ningún centro de acopio realizan envío directos a la Central de Abastos de Bogotá.

Escenario No. 1  
Distribución, ubicación y tamaño relativo de centros de distribución

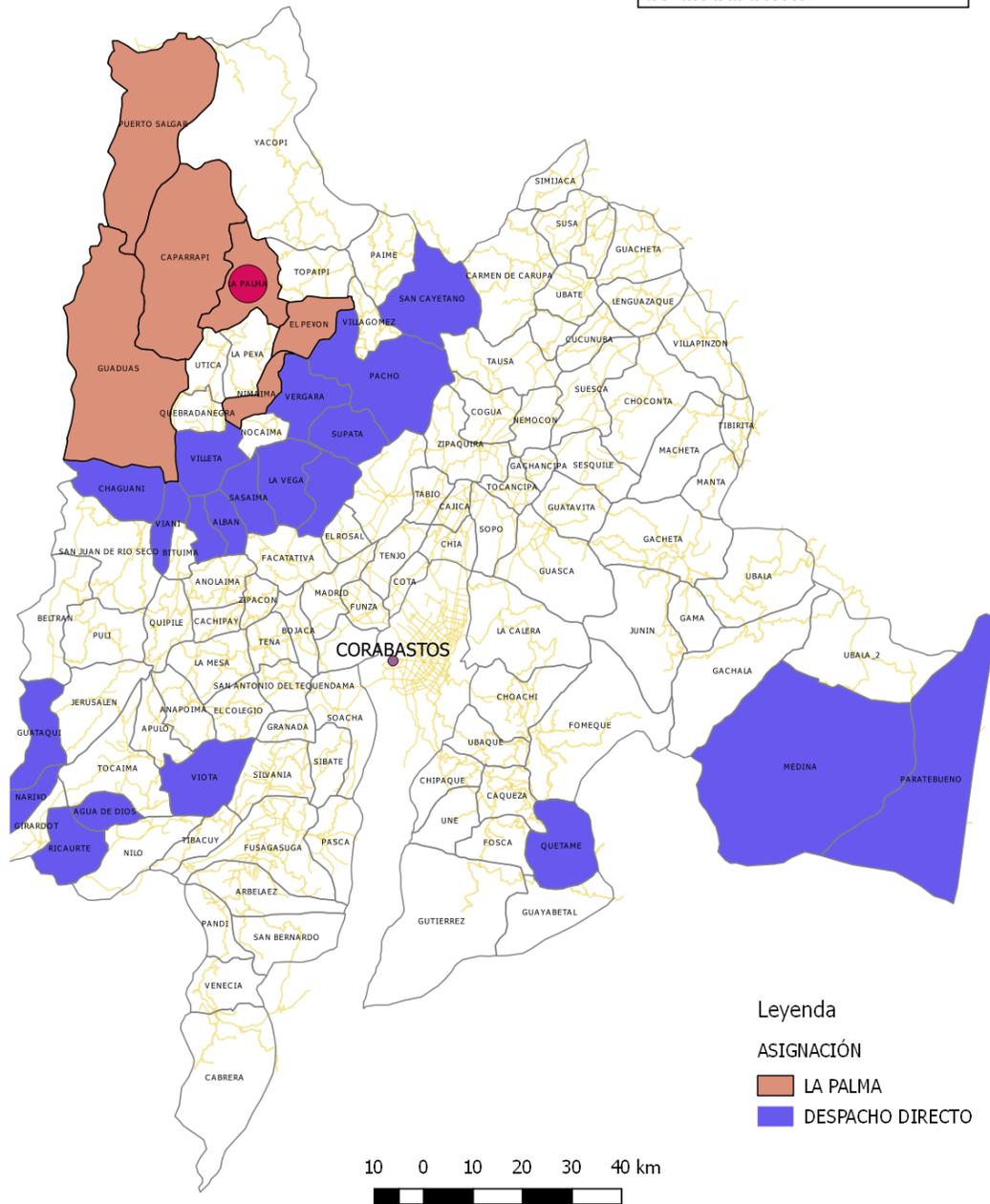
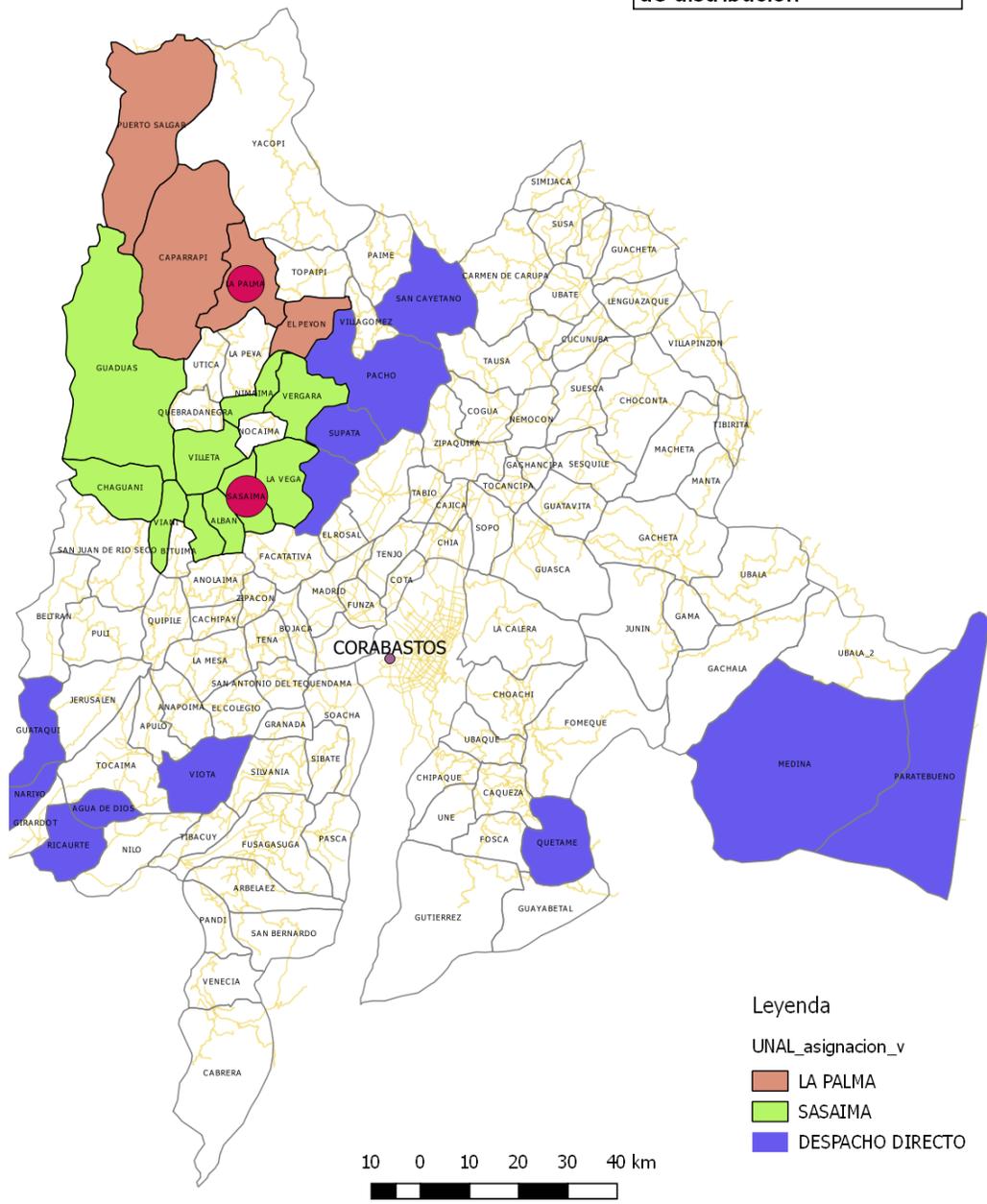


Ilustración 46. Resultados escenario 1  
Fuente: Elaboración Propia

**Escenario No. 2**  
**Distribución, ubicación y**  
**tamaño relativo de centros**  
**de distribución**



**Ilustración 47. Resultados escenario 2**  
**Fuente: Elaboración Propia**

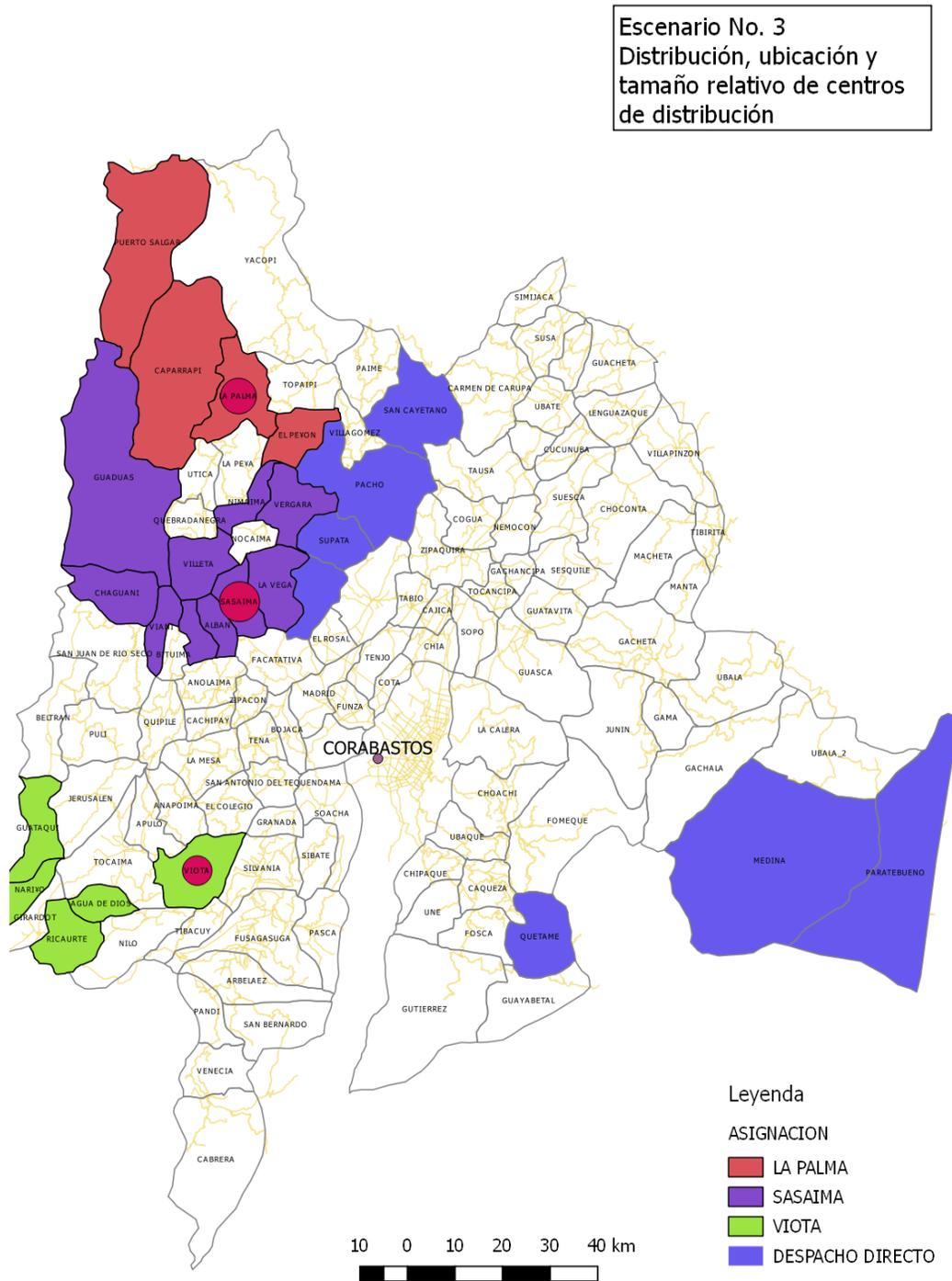
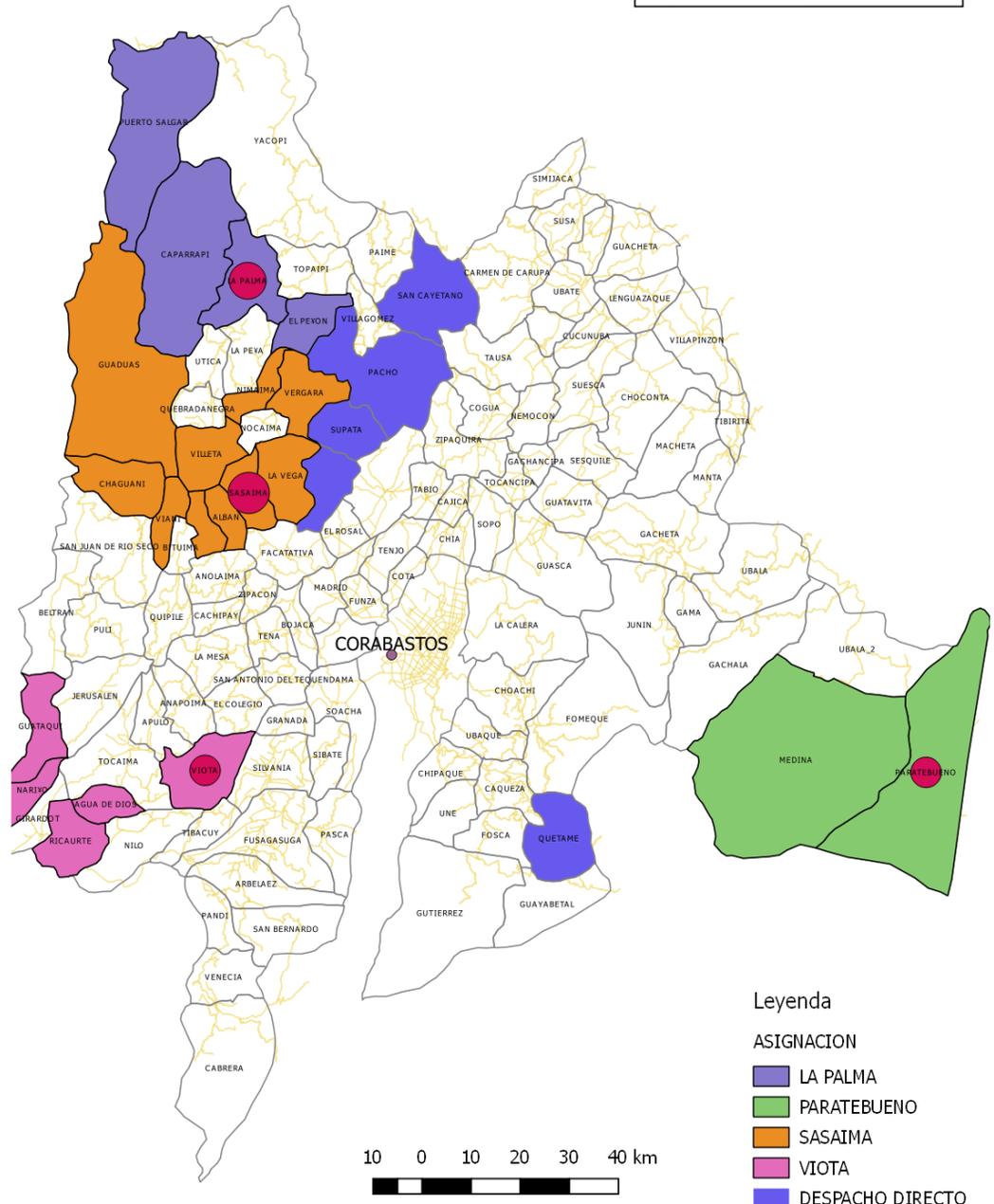


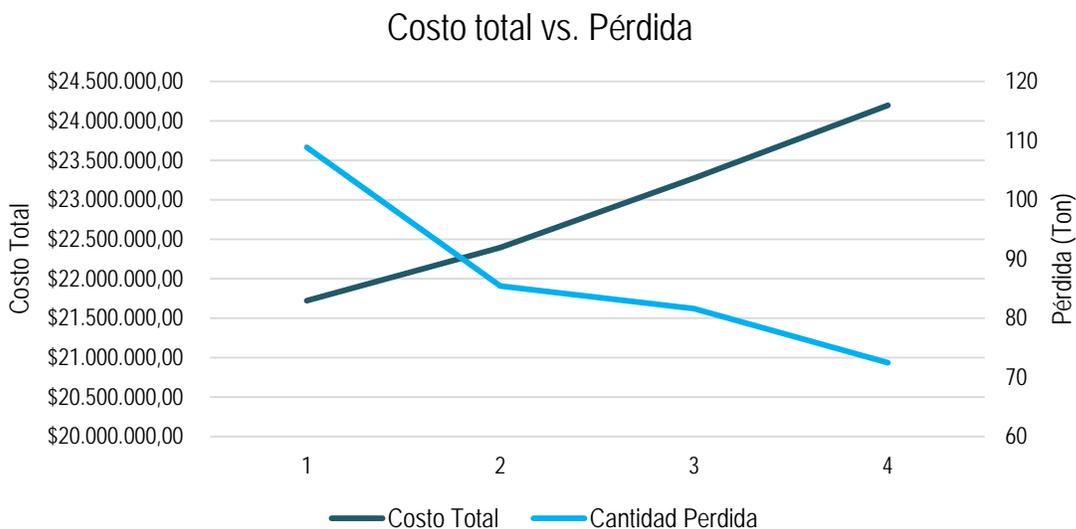
Ilustración 48. Resultados escenario 3  
Fuente: Elaboración Propia

**Escenario No. 4**  
**Distribución, ubicación y**  
**tamaño relativo de centros**  
**de distribución**



**Ilustración 49. Resultados escenario 4**  
**Fuente: Elaboración Propia**

A continuación se presenta los resultados obtenidos respecto al costo total y a los niveles de pérdida de producto reportados en cada uno de los escenarios propuestos. Como se observa en la Ilustración 50, los costos totales se incrementan a medida que localiza un nuevo centro de acopio, este costo total contempla los costos de transporte entre productor-Centro-Corbastos y productor-Corabastos, los costos de operación por tránsito del producto en el centro de acopio y los costos fijos de apertura de éstos, por el contrario, el comportamiento de las pérdidas a medida que se crean nuevo centros es decreciente, las pérdidas pasan de 108 ton en el escenario 1 a 85 ton en el escenario 2, sin embargo esta tasa de decrecimiento no es sostenida, al crear un tercer centro las pérdidas bajan a 81 ton y para el último escenario las pérdidas son de 72 ton., mientras que los costos totales van incrementando con un comportamiento lineal.



**Ilustración 50. Costo Total Vs Pérdida de producto**  
Fuente: Elaboración Propia

Lo anterior implica que la creación de centros de acopio tienen una incidencia positiva en la reducción de los niveles de pérdida, sin embargo, es necesario evaluar la repercusión en los costos totales de la cadena de suministro, debido a que es necesario identificar un punto de equilibrio en el cual se reduzca la pérdida de producto, pero así mismo se garantice la maximización de las utilidades generadas, tal como se observó en la ilustración anterior, en donde existe un punto en el que la reducción de la pérdida es mínimo respecto al incremento en los costos.

Es importante resaltar, que la reducción en las pérdidas van de la mano a una mejora en los procesos logísticos, es decir, supone incluir buenas prácticas de manipulación, embalaje y transporte desde la unidad productiva con el fin de garantizar la mejor calidad posible del producto, a costos razonables.

# 7. Conclusiones y recomendaciones

## 7.1. Conclusiones

El tema de pérdidas y desperdicio de alimentos, es un campo que se ha convertido en los últimos años en eje central para diferentes organizaciones a nivel mundial, esto debido a su alto impacto en diferentes contextos, como el ambiental, la seguridad alimentaria, el aprovechamiento de los recursos, el económico y por ende un indicador de desarrollo para los países.

Hasta la fecha, son varios los esfuerzos realizados por diferentes autores y organizaciones frente al tema respecto a la evaluación y cuantificación de pérdidas de alimentos alrededor del mundo, esto con el fin de tener una idea de su dimensión y por ende tomar las medidas necesarias con el propósito de mitigar su impacto. Sin embargo, hasta la fecha no existe un método avalado y probado para la evaluación y cuantificación de las pérdidas de alimentos, los estudios desarrollados alrededor del tema han sido estimaciones y aproximaciones que dan una idea muy tenue o ambigua de la realidad.

La revisión de la literatura realizada en el presente trabajo frente al tema, indica que las metodologías desarrolladas hasta el momento, se han enfocado en un proceso específico en la cadena de suministro, y en la mayoría de los casos los estudios han tomado como producto de estudio a los granos, cuantificando pérdidas causadas por roedores, aves y otro tipo de plagas en el proceso de almacenamiento. Son pocos los estudios que abarcan toda la cadena de suministro y en especial en frutas y verduras, los que han tratado de estudiar toda la CSA, ha definido básicamente 5 procesos: producción, almacenamiento, procesamiento, distribución y consumo, lo cual los ha llevado a generalizar las pérdidas a gran escala sin contar con el soporte estadístico necesario.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, ha sido de las entidades que mayor esfuerzo ha realizado en el tema, sin embargo, todas sus estimaciones se han basado en un balance global de flujos de alimentos a nivel nacional, que se expresa por proceso y se generaliza para toda la cadena de alimentos que conforman cada grupo.

Esta investigación ha enfatizado el problema de la generalización de las pérdidas tanto en una misma cadena de suministro, como peor aún, extrapolar las pérdidas a una cadena

de otro tipo de producto, lo cual ha sido un factor común en la mayoría de los estudios revisados. Así mismo, en muchos casos, estiman las pérdidas de un tipo de producto y éste lo generalizan para un grupo de productos, los cuales hasta pueden llegar a tener manejos diferentes a lo largo de la cadena de suministro y diferentes canales de comercialización.

El estudio de caso realizado en esta investigación, no cuenta con la representatividad de actores necesarios para llegar a generalizar las pérdidas de plátano a nivel departamental y mucho menos nacional, por lo tanto, para llegar a globalizar las pérdidas en una cadena específica, es necesario contar con el rigor estadístico que permita un mayor alcance ya sea a nivel departamental, nacional, regional o mundial.

Sin embargo, el estudio de caso presentado en este documento permite estimar las pérdidas para una cadena de suministro alimentaria específica, para un grupo de actores específicos, bajo un contexto dado y con datos reales. Debido a la poca representatividad en cuanto al número de actores participantes por cada eslabón, no es posible extrapolar los resultados para hablar en términos de pérdidas departamentales.

Los resultados obtenidos del caso de estudio, dan una aproximación a los niveles de pérdida por actor para la cadena de suministro de plátano. Los porcentajes de pérdidas se obtuvieron de evaluar la cantidad total perdida de plátano sobre la cantidad total de entrada por actor. A partir de lo anterior, se concluye que el nivel de pérdida para el agricultor es del 18% (247 ton/mes), para el mayorista es del 7% (253,8 ton/mes), para el caso de minoristas, éste se agrupa en plazas de mercado con un porcentaje de pérdida del 16% (2 ton/mes) y en tiendas un porcentaje de 5% (1,8 ton/mes), el porcentaje de pérdida promedio para el actor minorista es de 8% (3,9 ton/mes). Finalmente, para el transportador el porcentaje de pérdida asciende al 10%.

Para el ejemplo de Balance de Flujo realizado en el software STAN, se tomó como cantidad de entrada, el total de plátano producido por los 14 productores, y a medida que avanza aguas abajo en la cadena de suministro, se aplica el porcentaje de pérdida previamente definido por actor. La cantidad total de plátano que ingresa al sistema es de 1.354.250 kg/mes, y luego de pasar por cada uno de los actores que conforman el cadena de suministro, la cantidad total que egresa del sistema hacia los consumidores finales es de 881.977 kg/mes, lo que significa que a lo largo de esta cadena se perdió un total de 472.273 Kg/mes, es decir, 472 toneladas de plátano al mes, equivalente al 35% de la cantidad importada.

Del resultado anterior, se clasificó los puntos críticos identificados en la cadena de suministro de acuerdo a la cantidad o magnitud de la pérdida, dando como resultado, que el agricultor es el actor con mayor pérdida, seguido del transportador, minorista y mayoristas. Las principales causas de las pérdidas se debe a deficiencias tecnológicas y de medios, ausencia de normativa, desconocimiento de las buenas prácticas agrícolas y logísticas y factores ambientales.

Con el propósito de atender y dar solución a las causas identificadas, se proponen 5 estrategias que agrupan las posibles acciones identificadas para hacer frente a las pérdidas de alimentos, las cuales hacen referencia a: tecnologías, capacitación, infraestructura, normatividad y financiación. Posteriormente se realizó una consulta de expertos, lo que permitió establecer una jerarquía entre las estrategia basándose en el nivel de relevancia de cada una ante la problemática, dando como resultado que las estrategia de capacitación e infaestructura se ubican en las dos primeras posiciones, seguido de tecnología, normatividad y financiación.

El documento propone el desarrollo de las dos primeras estrategias de acuerdo a la jerarquización, para la primera, se propone un plan de capacitación que se compone de siete (7) talleres de formación de carácter intersectorial e interdisciplinar, cada taller esta diseñado para un grupo de actores específico en los cuales se proponen la apropiación de conceptos en logística y pérdida de alimentos, así como también, énfasis en procesos logísticos, normatividad alrededor del tema, producción y consumo sostenible, entre otros.

Respecto a la estrategia de infraestructura, se propone la construcción de un modelo matemático en el cual se evalúe el impacto de localizar centros de acopio regionales, respecto al costo y al nivel de pérdida. En total se evaluaron 4 escenarios, empezando en el primer escenario con un centro de acopio, y finalizando en el cuarto escenario con cuatro centro de acopio localizados.

Es posible ver como, para estos escenarios aunque los costos debidos a la infraestructura aumentan, la pérdida de producto disminuye lo que redundo tanto en mayor calidad del servicio de distribución y satisfacción de la demanda, como en mayores utilidades económicas posteriores. Pese a lo anterior, al localizar un quinto centro de acopio, la cadena tiene una pérdida teórica mínima, pese al esfuerzo adicional en infraestructura, la cual si presenta incrementos significativos respecto al costo, el cual no puede ser compensado con los ingresos futuros y el sistema completo comienza a perder competitividad.

Es claro que la sola inclusión en la cadena de los centros de acopio regionales no basta para generar mayor competitividad. Se deben incluir buenas prácticas de manipulación, embalaje y transporte desde el productor mismo para garantizar la mejor calidad posible del producto, a costos razonables.

La ubicación de los centros de acopio potenciales está fuertemente atada a los polos productivos. Esto implica que la variable transporte, su rendimiento, y la disponibilidad de la malla vial en las regiones son las variables que mayor influencia tienen sobre la competitividad del sistema, aún cuando se garanticen oferta y demanda del producto. Los esfuerzos que permitan reducir los tiempos de tránsito y cross-docking, y el aprovechamiento del recurso de transporte, con por ejemplo, mezcla de productos

Los resultados anteriores muestran un alto grado de robustez en la solución propuesta, permaneciendo inamovibles los centros de acopio ubicados en Sasaima y La Palma para los escenarios 2, 3 y 4. Al ser municipios con mayor producción que el promedio de la

muestra, y por sus condiciones de centralidad, se debe buscar la organización necesaria entre los pequeños productores para garantizar la operatividad de los centros de acopio mediante un claro esquema de cooperación y socialización justa de las utilidades.

Finalmente, se evidencia la necesidad de crear sinergias entre la Academia, sector público sector privado y sociedad civil, en donde se creen iniciativas reales dirigidas a la investigación y el desarrollo de estrategias que apunten a la prevención y la reducción de las pérdidas de alimentos.

## **7.2. Recomendaciones**

Para futuras investigaciones en el tema, se recomienda de ser posible recopilar una cantidad de datos significativos que permita estimar pérdidas a un mayor nivel (departamental, nacional). Así mismo, la posibilidad de verificar que los porcentajes de pérdidas indicados por cada actor puedan ser validados en campo.

Respecto al componente metodológico, lo realizado en el presente trabajo es tan sólo un primer intento para definir una metodología nacional de cuantificación de pérdidas, aún quedan muchas cosas por refinar y mejorar lo cual puede ser una oportunidad para nuevos investigadores que deseen proponer metodologías de cuantificación.

El presente estudio no incluyó los desperdicios en consumidores, lo cual puede ser un valor agregado para futuras investigación que pretender estimar pérdidas y desperdicios.

## 8. Bibliografía

- Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010). Quality, safety and sustainability in food distribution: A review of quantitative operations management approaches and challenges. *OR Spectrum*, 32(4), 863–904. <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0223-2>
- Ala-Harja, H., & Helo, P. (2015). Reprint of “Green supply chain decisions – Case-based performance analysis from the food industry.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 74, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.12.005>
- Alston, J. M. (2010). The benefits from agricultural research and development, innovation, and productivity growth. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers*, (31), 27.
- Argenti, O., & Marocchino, C. (2007). *Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y de los países en transición. Guía para planificadores*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-y5401s.pdf>
- Aulakh, J., & Regmi, A. (2013). *Post-harvest food losses estimation-development of consistent methodology. First Meeting of the Scientific Review Committee of the Food and Agricultural Organization of the UN* (Vol. 2050).
- Basavaraja, H., Mahajanashetti, S. B., & Udagatti, N. C. (2007). Economic Analysis of Post-harvest Losses in Food Grains in India : A Case Study of Karnataka. *Agricultural Economics Research Review*, 20(June), 117–126.
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33(3), 764–773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>
- Bouis, H. E., Graham, R. D., & Welch, R. M. (2000). The Consultative Group on

International Agricultural Research ( CGIAR ) Micronutrients Project : Justification and objectives. *Food and Nutrition Bulletin*, 21(4), 374–381.

Bourne, M. C. (1977). Post Harvest Food Losses - The Neglected Dimension In Increasing The World Food Supply. *Agriculture and Life Sciences*, (April), 1–49. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1813/28900>

Boxall, R. A. (1986). *A critical review of the methodology for assessing farm-level grain losses after harvest*.

Bräutigam, K.-R., Jörissen, J., & Priefer, C. (2014). The extent of food waste generation across EU-27: different calculation methods and the reliability of their results. *Waste Management & Research*, 32(8), 683–694. <https://doi.org/10.1177/0734242X14545374>

Compton, J. A. F., Floyd, S., Ofosu, A., & Agbo, B. (1998). The modified count and weigh method: An improved procedure for assessing weight loss in stored maize cobs. *Journal of Stored Products Research*, 34(4), 277–285. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(98\)00009-5](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(98)00009-5)

Compton, J. A. F., & Sherington, J. (1999). Rapid assessment methods for stored maize cobs: Weight losses due to insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 35(1), 77–87. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(98\)00012-5](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(98)00012-5)

Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. *Research design Qualitative quantitative and mixed methods approaches* (Fourth Edi). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Cristescu, L. A. (2015). Innovative Management of Food Quality and Safety using the Forced Decisions Technique, 5(3), 173–180.

Dabbene, F., Gay, P., & Sacco, N. (2008). Optimisation of fresh-food supply chains in uncertain environments, Part II: A case study. *Biosystems Engineering*, 99(3), 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.11.012>

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario: Hay campo para todos. Tomo III Mapas*. Bogotá.

DNP. Documento Conpes Social. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN) (2008).

- DNP. (2016). *Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Colombia*. Bogotá.
- FAO. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*.
- FAO. (2014a). *Background paper on the economics of food loss and waste SAVE FOOD : Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction*.
- FAO. (2014b). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3942s.pdf>
- FAO. (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2015: La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*. Roma.
- FAO. (2016). *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe*. Santiago. <https://doi.org/10.1017/9781107301161>
- FAO. (2017). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina y el Caribe*. Santiago.
- Gangwar, L. S., Singh, D., & Singh, D. B. (2007). Estimation of Post-Harvest Losses in Kinnow Mandarin in Punjab Using a Modified Formula. *Agricultural Economics Research Review*, 20(December), 315–331.
- Godfray, H. C. J., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Nisbett, N., ... Whiteley, R. (2010). The future of the global food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 365(1554), 2769–2777. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0180>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*. Roma. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.562>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., & Emanuelsson, A. (2013). *The methodology of the FAO study: “ Global Food Losses and Food Waste - extent , causes and prevention ” - FAO , 2011* (Vol. SIK report).
- Haile, A. (2006). On-farm storage studies on sorghum and chickpea in Eritrea. *African Journal of Biotechnology*, 5(September), 1537–1544.
- Hilletoft, P. (2009). How to develop a differentiated supply chain strategy. *Industrial*

*Management & Data Systems*, 109(1), 16–33.  
<https://doi.org/10.1108/02635570910926573>

HLPE. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3901s.pdf>

Hodges, R. J., Buzby, J. C., & Bennett, B. (2011). Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: Opportunities to improve resource use. *Journal of Agricultural Science*, 149, 37–45.  
<https://doi.org/10.1017/S0021859610000936>

ICBF. (2010). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia ENSIN 2010*.  
<https://doi.org/9789586231121>

Inamura, M., Jeong, H., & Bagherzadeh, M. (2014). Food Waste Along the Food Chain, (71).

Kader, A. A. (2005). Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Horticulturae*, 682, 2169–2176.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.296>

Kwok, S. K., & Wu, K. K. W. (2009). RFID-based intra-supply chain in textile industry. *Industrial Management & Data Systems*, 109(9), 1166–1178.  
<https://doi.org/10.1108/02635570911002252>

Lakner, Z., & Baker, G. A. (2014). Struggling with Uncertainty: The State of Global Agri-Food Sector in 2030. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(4), 141–176.

Macchion, L., Moretto, A., Caniato, F., Caridi, M., Danese, P., & Vinelli, A. (2015). Production and supply network strategies within the fashion industry. *International Journal of Production Economics*, 163, 173–188.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.006>

Mangina, E., & Vlachos, I. P. (2005). The changing role of information technology in food and beverage logistics management: Beverage network optimisation using intelligent agent technology. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 403–420.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.044>

Mart, N., Menacho, Z., & Pach, F. (2014). Food loss in a hungry world , a problem ? Desperdiciando comida en un mundo hambriento , ¿ un problema ? , 32(2), 283–293.

- Meek, E., & Aldana Navarrete, H. (2001). *Acuerdo de competitividad de La cadena productiva el plátano en Colombia* (Vol. 1). Bogotá. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Análisis de la Situación de Salud (ASIS). Colombia 2015*.
- Naylor, J. Ben, Naim, M., & Berry, D. (1999). Leagility: integrating the lean and agile manufacturing in the total supply chain. *International Journal of Production Economics*, 62, 107–118. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00223-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00223-0)
- Paiva, E. L., & Vieira, L. M. (2011). Strategic choices and operations strategy: A multiple cases study. *International Journal of Services and Operations Management*, 10(2), 119–135. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2011.042514>
- Parwez, S. (2014). African Journal of Business Management Food supply chain management in Indian Agriculture: Issues, opportunities and further research, 8(14), 572–581. <https://doi.org/10.5897/AJBM2013.7292>
- Perez-Franco, R., Phadnis, S., Caplice, C., & Sheffi, Y. (2016). Rethinking supply chain strategy as a conceptual system. *International Journal of Production Economics*, 182, 384–396. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.012>
- Qi, Y., Zhao, X., & Sheu, C. (2011). The Impact of Competitive Strategy and Supply Chain Strategy on Business Performance: The Role of Environmental Uncertainty. *Decision Sciences*, 42(2), 371–389. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2011.00315.x>
- Rijkema, WA, Rossi, R & van der Vorst, J. (2014). Edinburgh Research Explorer Effective sourcing strategies for perishable product supply chains Effective sourcing strategies for perishable product supply chains.
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421–429. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.026>
- Ruiz Molina, M. del P., & Ureña del Valle, M. A. (2009). *Situación Actual y Perspectivas del Mercado del Plátano*. Retrieved from [www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=3673%5Cn](http://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=3673%5Cn)
- Skinner, W. (1969). Manufacturing-missing link in corporate strategy. *Harvard Business*

*Review*, 47(3), 136–145.

Smith, B. G. (2007). Developing sustainable food supply chains. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(August 2007), 849–861. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2187>

Tchango, J., Bikoï, A., Achard, R., Escalant, J. ., & Ngalani, J. . (1999). *Plantain. Post-harvest Operations*. Cameroon.

Teimoury, E., Nedaei, H., Ansari, S., & Sabbaghi, M. (2013). A multi-objective analysis for import quota policy making in a perishable fruit and vegetable supply chain: A system dynamics approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 93, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.010>

Van Der Vorst, J. a. I. J., Da Silva, C. a., & Trienekens, J. H. (2007). Agro-industrial supply chain management: concepts and applications. *Agriculture Management, Marketing and Finance*, 17. Retrieved from [http://aglinks.net/sites/default/files/agro-industrial\\_supply.pdf](http://aglinks.net/sites/default/files/agro-industrial_supply.pdf)

Wang, X., & Li, D. (2012). A dynamic product quality evaluation based pricing model for perishable food supply chains. *Omega*, 40(6), 906–917. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.02.001>

Wilcock, A., Pun, M., Khanona, J., & Aung, M. (2004). Consumer attitudes, knowledge and behaviour: A review of food safety issues. *Trends in Food Science and Technology*, 15(2), 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.08.004>

World Resources Institute. (2016). *Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard*.

Yinan, Q., Baofeng, H., & Zhiqiang, W. (2017). The impact of operations and supply chain strategies on integration and performance. *International Journal of Production Economics*, 185, 162–174. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2009.5317307>

Yu, M., & Nagurney, A. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.07.033>

Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E. O., & Sivayoganathan, K. (2004). Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive objectives. *European Journal of Operational Research*, 159(2 SPEC. ISS.), 379–392.

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.022>

Zanoni, S., & Zavanella, L. (2012). Chilled or frozen? Decision strategies for sustainable food supply chains. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 731–736.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.028>

## **Anexo 1. Instrumentos de recolección de información.**

## Anexo 2. Resultados Consulta de expertos

<b>Actor/Criterio</b>	<b>Criterio 1 Financiamiento</b>	<b>Criterio 2 Capacitación</b>	<b>Criterio 3 Infraestructura</b>	<b>Criterio 4 Normatividad</b>	<b>Criterio 5 Tecnologías</b>
<b>Productor 1</b>	1	3	5	2	4
<b>Productor 2</b>	5	4	3	1	2
<b>Productor 3</b>	3	4	5	2	1
<b>Productor 4</b>	1	5	4	1	2
<b>Productor 5</b>	4	3	5	1	2
<b>Productor 6</b>	3	4	5	2	1
<b>Productor 7</b>	3	5	4	1	2
<b>Productor 8</b>	4	3	5	1	2
<b>Transportador 1</b>	2	4	5	1	3
<b>Transportador 2</b>	3	4	5	2	1
<b>Transportador 3</b>	2	3	5	3	1
<b>Transportador 4</b>	1	3	4	2	5
<b>Transportador 5</b>	2	5	4	3	1
<b>Transportador 6</b>	1	3	4	5	2
<b>Transportador 7</b>	2	4	5	1	3
<b>Transportador 8</b>	1	3	5	3	4
<b>Transportador 9</b>	2	5	4	1	4
<b>Transportador 10</b>	1	3	5	2	4
<b>Mayorista 1</b>	2	5	3	4	1
<b>Mayorista 2</b>	2	5	4	3	1
<b>Mayorista 3</b>	2	5	4	1	3
<b>Mayorista 4</b>	1	4	5	2	3
<b>Mayorista 5</b>	1	5	4	3	2
<b>Mayorista 6</b>	1	3	5	2	4
<b>Mayorista 7</b>	1	5	4	2	3
<b>Mayorista 8</b>	1	5	4	3	2
<b>Mayorista 9</b>	1	4	3	2	5
<b>Mayorista 10</b>	2	3	4	5	1
<b>Minorista 1</b>	1	5	4	2	3
<b>Minorista 2</b>	2	5	3	1	4

<b>Minorista 3</b>	2	5	4	1	4
<b>Minorista 4</b>	2	4	3	1	5
<b>Minorista 5</b>	1	5	4	2	3
<b>Minorista 6</b>	1	4	5	3	2
<b>Minorista 7</b>	1	4	5	2	3
<b>Minorista 8</b>	1	5	3	2	4
<b>Minorista 9</b>	2	5	3	1	4
<b>Minorista 10</b>	3	5	2	1	4

## Anexo 3. Estrategia de Capacitación

- **ALCANCE**

La estrategia de capacitación, propone el desarrollo de un conjunto de talleres en los temas identificados como prioritarios en el documento de tesis. Estos talleres persiguen el fortalecimiento en aspectos puntuales para cada uno de los temas propuestos, los que incluyen desde los aspectos generales en logística, hasta aspectos generales de consumo consciente.

El plan de capacitación busca la vinculación de todos los actores identificados en el desarrollo del estudio, los cuales se mencionan a continuación: Productores, Mayoristas (Plazas de mercado), Almacenes de grades superficies, trasportadores, tenderos, agremiaciones/asociaciones, cosumidores y gobierno.

Los temas previstos a fortalecer con el desarrollo de los talleres son los siguientes:

PÚBLICO OBJETIVO	TEMA
Gobierno (Ministerio Transporte, Secretaria de Movilidad, Cámara de Infraestructura, Alcaldía, Departamento Nacional de Planeación, Ministerios, ICBF, entre otras)	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos
	Fundamentos en logística
	Procesos Logísticos
	Tecnologías y Herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas
	Fundamentos de Empaques y Embalajes
	Producción y consumo consciente y sostenible
	Normatividad: Diseño y Seguimiento a Programas y Políticas
Almacenes De Grandes Superficies, Plazas de Mercado, Productores, tenderos, transportadores, Agremiaciones y asociaciones	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos
	Fundamentos en logística
	Procesos Logísticos
	Tecnologías y Herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas
	Fundamentos de Empaques y Embalajes
	Producción y consumo consciente y sostenible
	Normatividad: Diseño y Seguimiento a Programas y Políticas
Consumidores	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos
	Producción y Consumo consciente

Tabla 9. Actores Participantes en Talleres

- **OBJETIVOS DEL PLAN DE CAPACITACIÓN**

- a) **Objetivos Generales**

Fomentar la generación, transferencia y gestión del conocimiento relacionado con las temáticas de logística y en particular con la gestión de soluciones enfocadas a la prevención y reducción de pérdidas y desperdicio de alimentos (PDA).

- b) **Objetivos Específicos**

- Fortalecer los conocimientos básicos de los actores relacionados con logística y PDA.
- Establecer espacios de intercambio de opiniones, saberes y conceptos que favorezcan el entendimiento de las problemáticas del tema en la ciudad y como estas afectan la seguridad alimentaria y cambio climático, así como también la productividad y el rendimiento del sector.

- **ESTRATEGIAS**

Las estrategias a implementar en el desarrollo de las capacitaciones son las siguientes:

- a) Lectura, discusión y análisis de casos prácticos en el sector, aplicados a las áreas de interés de los participantes en el contexto de PDA.
- b) Realización de talleres y exposiciones magistrales por parte de los conferencistas de 4 horas.
- c) Visitas a empresas y almacenes de cadena y establecimientos y organizaciones en general, que lleven a cabo operaciones logísticas en alimentos.

- **MODALIDAD Y NIVELES DE CAPACITACIÓN**

- a) **Modalidad: Talleres**

Teniendo en cuenta los temas propuestos en la Tabla 1, se propone que los talleres incluyan dos modalidades de capacitación.

- *La formación*, en la que se imparten conocimientos básicos para favorecer un entendimiento general de la situación, y
- *La actualización*, que favorece la conexión de los productos del proyecto con lo que los participantes ya conocen y que puede ser fácilmente aplicado a sus entornos empresariales.

TALLERES	
Taller 1	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos
Taller 2	Fundamentos en logística
Taller 3	Procesos Logísticos
Taller 4	Tecnologías y Herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas
Taller 5	Fundamentos de Empaques y Embalajes
Taller 6	Producción y consumo consciente y sostenible
Taller 7	Normatividad: Diseño y Seguimiento a Programas y Políticas

Tabla 10. Lista de Talleres

- **ACCIONES A DESARROLLAR**

Las acciones propuestas para el desarrollo de las capacitaciones se basan principalmente en los contenidos y las temáticas definidas para cada uno de los talleres. Los contenidos se detallan al final del presente documento y así mismo se definen los objetivos, metodología y recursos bibliográficos para cada uno de ellos.

- **MATERIALES**

- a) Infraestructura

Los talleres se desarrollaran en los espacios establecidos por la Unidad de Educación Continua de la Institución, los cuales dependerán del número de participantes para cada uno de los módulos.

- b) Mobiliarios, equipos y otros.

Para el desarrollo de los talleres se empleara el mobiliario, equipos multimedia y audiovisuales disponibles en las aulas asignadas por la Institución. Se incluyen los recursos de papelería necesarios.

- c) Documentos Técnico – Educativo

Los módulos incluyen todo el material de estudio necesario para el desarrollo satisfactorio del programa propuesto, así como las cartillas de buenas prácticas. Al finalizar cada uno de los talleres se dispondrá de encuestas de evaluación final para el establecimiento de indicadores de desempeño.



- FINANCIAMIENTO**

La inversión para el desarrollo del plan de capacitación propuesto, será cubierta por las entidades de Gobierno pertinentes (75%), los gremios y asociaciones que representan los diferentes actores involucrados, y el actor participante en el taller (5%).

En la siguiente tabla se presenta el costo total por “paquete” de talleres para cada uno de los actores involucrados, así mismo se detallada el valor correspondiente para cada actor de acuerdo al porcentaje de participación asignado.

<b>PÚBLICO OBJETIVO</b>	<b>TEMA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Gobierno (75%)</b>	<b>Gremios (20%)</b>	<b>Individual (5%)</b>
Gobierno (Ministerio Transporte, Secretaria de Movilidad, Cámara de Infraestructura, Alcaldía, Departamento Nacional de Planeación, Ministerios, ICBF, entre otras)	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos	\$ 15.700.000	\$ 11.775.000	\$ 3.140.000	\$ 785.000
	Fundamentos en logística				
	Procesos Logísticos				
	Tecnologías y Herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas				
	Producción y consumo consciente y sostenible				
	Normatividad: Diseño y Seguimiento a Programas y Políticas				
Almacenes De Grandes Superficies, Plazas de Mercado, Productores, tenderos, transportadores, Agremiaciones y asociaciones	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos	\$ 9.300.000	\$ 6.975.000	\$ 1.860.000	\$ 465.000
	Fundamentos en logística				
	Procesos Logísticos				
	Tecnologías y Herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas				
	Fundamentos de Empaques y Embalajes				
	Producción y consumo consciente y sostenible				
	Normatividad: Diseño y Seguimiento a Programas y Políticas				
Consumidores	Pérdidas y Desperdicio de Alimentos	\$ 3.280.000	\$ 2.460.000	\$ 656.000	\$ 164.000
	Producción y Consumo consciente				
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 28'280.000</b>	<b>\$ 21.210.000</b>	<b>\$5.656.000</b>	<b>\$ 1.414.000</b>

Tabla 11. Participación Financiera por Actor Participante.

- **PRESUPUESTO**

El presupuesto presentado incluye todos los rubros correspondientes a recursos humanos, infraestructura, medios y equipos, documentos requeridos, pólizas y seguros que se requieren para la ejecución de los talleres bajo las directrices de la Dirección. Institución encargada de la Capacitación.

RUBRO	DETALLE	
<b>Seguro</b>	\$ 150.000,00	Por participante
<b>Infraestructura</b>	\$ 600.000,00	Por sesión
<b>Material didáctico</b>	\$ 20.000,00	Por participante
<b>Certificados</b>	\$ 15.000,00	Por participante
<b>Refrigerio</b>	\$ 10.000,00	Por participante

Tabla 12. Ítems incluidos en el presupuesto por persona

PÚBLICO OBJETIVO	No. Participantes/Actores	Total Horas/Paquete de Talleres	No. Sesiones
Gobierno (Ministerio Transporte, Secretaria de Movilidad, Cámara de Infraestructura, Alcaldía, Departamento Nacional de Planeación, Ministerios, ICBF, entre otras)	12	4	1
Almacenes De Grandes Superficies, Plazas de Mercado, Productores, tenderos, transportadores, Agremiaciones y asociaciones	30	12	3
Consumidores	30	28	7

Tabla 13. Presupuesto por Participante/Grupo de Talleres

- **CONTENIDOS POR TALLER**

A continuación se presenta los contenidos, metodología, objetivos y bibliografía para cada uno de los talleres propuestos,

TALLER	CONTENIDO	METODOLOGÍA	BIBLIOGRAFÍA
<p><b>Taller 1: Contexto. Pérdidas y Desperdicio de Alimentos – PDA</b></p> <p>Revisión de conceptos alrededor del tema de pérdidas y desperdicios de alimentos, sus causas, impactos económicos, ambientales, económicos y nutricionales, y las propuestas para prevenir y reducir las PDA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué son las PDA</li> <li>• Acciones y causas de las PDA</li> <li>• Impactos de las PDA en la Seguridad alimentaria</li> <li>• Impactos ambientales de las PDA</li> <li>• Impactos económicos de las PDA</li> <li>• Marco legal y normativo de las PDA nacional e internacional</li> <li>• Acciones para la prevención y reducción de las PDA</li> </ul>	<p>Este taller está dividido en dos diferentes fases. En la primera los diferentes tipos de herramientas serán presentados, acentuando por medio de metodologías prácticas su utilización y las situaciones de mayor favorabilidad para su implementación.</p> <p>La segunda fase se fundamenta en la participación y creación de espacios de discusión y disertación entre los participantes en donde se propongan y analicen escenarios para la prevención y reducción de las PDA.</p>	
<p><b>Taller 2: Fundamentos de Logística</b></p> <p>Describir las metodologías para el establecimiento de un sistema logístico eficiente y respetuoso con el medio ambiente y la seguridad alimentaria. Además de estudiar, entender, y analizar las diferentes organizaciones, esquemas logísticos, actores interesados y acciones de planificación relacionadas con el mejoramiento de los sistemas de transporte, entrega y almacenamiento de productos alimentarios y con el vínculo del reciente desarrollo de las TIC, se discutirá los efectos del comercio electrónico en el transporte de mercancías y la gestión de la cadena de suministro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Concepto de la Gestión de la Cadena de Suministro y logística</li> <li>• Teorías y enfoques de la SCM y logística</li> <li>• Planeación de la SCM</li> <li>• Fundamentos de Logística</li> <li>• Indicadores claves de desempeño</li> <li>• Marco normativo en logística Nacional e Internacional</li> <li>• Logística alimentaria</li> <li>• Retos de la logística alimentaria.</li> </ul>	<p>El taller está dividido en dos bloques, será desarrollado mediante un proceso de construcción colectiva del aprendizaje, los conceptos, conocimientos, habilidades y destrezas se desarrollan con la participación activa de los asistentes; los docentes serán un guía, orientador y facilitador del proceso.</p> <p>La metodología comprende la presentación y definición de elementos conceptuales para cada uno de los temas previstos, con la realización de conferencias magistrales, talleres de aplicación, ejercicios prácticos, análisis de casos in situ utilizando Software especializado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ballou, Ronald H. 1937. Logística</li> <li>• Ghiani, Gianpaolo. Introduction to logistics systems planning and control-</li> <li>• Brewer, A. M., K.J. Button and D.A. Hensher (Eds.) Handbook of logistics and supply chain management, Pergamon, Oxford, 2001.</li> <li>• Cadenas de abastecimiento dinámicas- Gattorna, John</li> <li>• Supply chain management- Chopra, Sunil 1960.</li> </ul>

<p><b>Taller 3. Procesos logísticos</b></p> <p>En este taller se desarrollan los principales aspectos correspondientes a la planeación logística en los tres horizontes tradicionales: estratégico, táctico y operativo, para los tres diferentes procesos logísticos: abastecimiento, almacenamiento y distribución.</p> <p>El objetivo del taller es presentar los diferentes procesos que se encuentran alrededor del concepto de logística, que facilitan las relaciones entre la producción y el movimiento de los productos desde un punto de origen hasta un punto de destino (cliente).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Gestión de Aprovisionamiento Planeación del aprovisionamiento Estrategias de Suministro Gestión de Compras Gestión de Proveedores Gestión de Costos en la CS</li> <li>• Gestión de Almacenamiento Gestión de operaciones de almacenamiento Gestión de empaques y embalajes Gestión de inventarios en la CS Políticas de Gestión de Inventarios Modelos de control de inventarios</li> <li>• Gestión de Distribución Contextualización de las operaciones de distribución. Configuración de redes de suministro Tipologías de redes de distribución.</li> </ul>	<p>El taller se desarrolla por medio de la conceptualización de los tres macro procesos logísticos y los enfoques científicos alrededor de su gestión eficiente. Durante tres diferentes módulos los asistentes se soportaran en el conocimiento impartido por los tutores, la realización de ejercicios y el uso de las herramientas informáticas disponibles para la gestión logística</p> <p>El taller culminará con la realización de un estudio de caso aplicado en el que los asistentes tendrán la oportunidad de utilizar los conocimientos adquiridos y conocer las dificultades de implementar una gestión adecuada fortaleciendo de esta manera los procesos de toma de decisiones en el área de logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logística del transporte- Robusté Antón, Francesc.</li> <li>• Logística- Ballou, Ronald H. 1937</li> <li>• Introduction to logistics systems planning and control- Ghiani, Gianpaolo.</li> <li>• Supply chain management- Chopra, Sunil 1960.</li> <li>• Cadenas de abastecimiento dinámicas- Gattorna, John.</li> <li>• Transportation engineering and planning- Papacostas, C.</li> <li>• The essentials of risk management - Crouhy, Michel 1944.</li> <li>• Scheer A. W. Business Process Engineering. Springer-Verlag, Berlin 1994</li> <li>• Logística internacional y transporte multimodal- Valles Romero, José Antonio.</li> </ul>
<p><b>Taller 4. Tecnologías y herramientas para el desarrollo adecuado de las operaciones logísticas.</b></p> <p>El taller busca presentar a los participantes desde un enfoque teórico-practico, las diferentes tecnologías y herramientas para el desarrollo de cada uno de los procesos que se realizan a lo largo de la cadena de suministro de alimentos, así como, su funcionamiento, capacidades, la normatividad y estándares internacionales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Fundamentos de la operación logística</li> <li>• Definición del concepto de herramientas para la manipulación de alimentos</li> <li>• Importancia de la carga.</li> <li>• Naturaleza de la carga.</li> <li>• Tipos de carga.</li> <li>• Tipología de carga de acuerdo al modo de transporte.</li> <li>• Consolidación de carga.</li> <li>• Desconsolidación de carga.</li> <li>• Manipulación de carga.</li> </ul>	<p>Este taller está dividido en dos diferentes fases. En la primera los diferentes tipos de herramientas serán presentados, acentuando por medio de metodologías prácticas su utilización y las situaciones de mayor favorabilidad para su implementación.</p> <p>La fase final se enfoca en la practica de los conceptos aprendidos, mediante el desarrollo de estudios de caso y practica en campo donde los asistentes tendrán la capacidad de experimentar y apropiar las diferentes técnicas impartidas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportation engineering and planning- Papacostas, C.</li> <li>• The essentials of risk management - Crouhy, Michel 1944.</li> <li>• Scheer A. W. Business Process Engineering. Springer-Verlag, Berlin 1994</li> <li>• Logística internacional y transporte multimodal- Valles Romero, José Antonio.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco normativo en el uso de herramientas y tecnologías para alimentos</li> <li>• Herramientas Herramientas manuales Herramientas mecánicas Estándares internacionales de herramientas para la manipulación de carga</li> <li>• Contenedores</li> <li>• Técnicas y formas de manipulación según la naturaleza</li> <li>• Técnicas de distribución del espacio</li> <li>• Tipos de estibas/ factor de estiba</li> </ul>		
<p><b>Taller 5: Fundamentos de Empaques y Embalajes</b></p> <p>En el libro El mundo del envase, Vidales (2003), define al empaque como: “Un sistema coordinado para la preparación de mercancías para su transporte, distribución, almacenamiento, ventas y uso”</p> <p>Presentar los fundamentos y conceptos básicos que le permitan a los participantes desarrollar la capacidad de reflexión y comprensión de la importancia del tema y su incidencia en la práctica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Definiciones básicas de empaque y embalaje</li> <li>• Funciones de los empaques y embalajes.</li> <li>• ¿Qué es el Diseño de Empaques y Embalajes?</li> <li>• El proceso de diseño : Concepto / definir el problema de diseño / investigación / producción</li> <li>• Características generales exigibles a un sistema de empaques y embalajes.</li> <li>• Legislación y Normativa para el diseño de empaques y embalajes</li> <li>• Embalaje para proteger: el medio ambiente, la seguridad del alimento, la seguridad del consumidor.</li> <li>• Pruebas de Mercado</li> </ul>	<p>El taller en fundamentos y empaques contará con un enfoque multidisciplinario considerando los aspectos de diseño, ingeniería y normatividad involucrados en las operaciones de empaque.</p> <p>Para facilitar el proceso de aprendizaje el taller contara con la disponibilidad de herramientas informáticas y un laboratorio de logística dotado con equipos para la realización de ensayos de las características físicas de los empaques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WAREHOUSE &amp; DISTRIBUTION SCIENCE, John J. BARTHOLDI; Steven T. HACKMAN, 2005</li> <li>• Best Practice in Inventory, Tony Wild, 2002</li> <li>• Warehouse Management, Michael ten Hompel; Thorsten Schmidt, 2007.</li> <li>• Package Design Workbook, DePuis and Silva</li> <li>• Exploring Package Design, Chuck Groth (Thomson Delmar Learning)</li> <li>• Thinking Green Packaging Prototypes 3, Edward Denison and Guang Yu Ren</li> </ul>
<p><b>Taller 6. Producción y consumo consciente y sostenible</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción y el consumo en Colombia</li> <li>• Implicaciones de los actuales patrones de producción y consumo</li> </ul>	<p>El taller será desarrollado mediante un proceso de construcción colectiva del aprendizaje, los conceptos,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política Nacional de producción y consumo sostenible. MinAmbiente</li> <li>•</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de capacidades y cultura en producción y consumo sostenible</li> <li>• Política de Producción y Consumo Sostenible</li> <li>• Sectores estratégicos para enfatizar la política</li> <li>• Plan de Acción para la Producción y consumo Sostenible</li> </ul>	<p>conocimientos, habilidades y destrezas se desarrollan con la participación activa de los asistentes; los docentes serán un guía, orientador y facilitador.</p>	
<p><b>Taller 7. Normatividad – Diseño y seguimiento a programas y políticas</b></p> <p>Los lineamientos de las políticas públicas en logística, especialmente, los relacionados con el almacenamiento y transporte de la carga, en conjunto con los principales grupos de interés (stakeholders): sector público (entes gubernamentales), sector privado (empresarios) y terceros (académicos y comunidad en general).</p> <p>Su objetivo es definir el deber del desempeño logístico de la ciudad, en términos de competitividad, habitabilidad y sostenibilidad, y diseñar estrategias para alcanzar este deber a partir de cursos de acción a corto, mediano y largo plazo, y enmarcados dentro de planes, programas y proyectos de logística alineados con las prospectivas de desarrollo y crecimiento poblacional de la ciudad. (Secretaría de Desarrollo Económico, Universidad Nacional de Colombia, 2013)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Diagnóstico: Metodologías estándar y problemas de información Secundaria</li> <li>• Priorización de Problemáticas</li> <li>• Diseño de Acciones</li> <li>• Obstáculos en la Intervención.</li> <li>• Sobre la intervención: dimensiones institucionales</li> <li>• Seguimiento y Sostenibilidad</li> <li>• Problemas en la intervención de pérdidas y desperdicio de alimentos</li> <li>• Acciones y planes en prevención y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos</li> </ul>	<p>El taller será desarrollado mediante un proceso de construcción colectiva, los conceptos, conocimientos, habilidades y destrezas se desarrollan con la participación activa de los asistentes.</p> <p>Por medio de metodologías mixtas combinando elementos propio de la catedra y de ejercicios prácticos, el asistente logra conceptualizar como involucrarse en los procesos de tomas de decisiones de orden municipal,</p> <p>La metodología comprende la presentación y definición de elementos conceptuales para cada uno de los temas previstos, con la realización de conferencias magistrales, talleres de aplicación, ejercicios prácticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura ciudadana, ciudadanía y trabajo social. Maria Teresa Rincon S. 2006</li> <li>• Freud's Theory of Culture. Abraham Drassionower</li> <li>• Latino Cultural Citizenship: Claiming Identity, Space, and Rights. William V. Flores; Rina Benmayor. 1998</li> <li>• Cultura Ciudadana y Gobierno Urbano. Alcaldía Mayor de Bogotá/Universidad Nacional de Colombia. 2009</li> <li>• Constitución Política de Colombia. 1991</li> </ul>

# Anexo 4. Código GAMS

```
\documentclass[11pt]{article}
\usepackage{a4wide}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\usepackage[hidelinks]{hyperref}
\usepackage{tabularx}
\usepackage{ltablex}
\keepXCColumns
\usepackage{xcolor}
\setlength{\parindent}{0pt}
\begin{document}
\section*{Symbols}
\subsection*{Sets}
\begin{tabularx}{\textwidth}{| l | l | X |}
\hline
\textbf{Name} & \textbf{Domains} & \textbf{Description} \\
\hline
\endhead
m & m & Municipios productores \\
c & c & Centros de distribuci'on \\
k & k & Plaza de consumo \\
\hline
\end{tabularx}
\subsection*{Parameters}
\begin{tabularx}{\textwidth}{| l | l | X |}
\hline
\textbf{Name} & \textbf{Domains} & \textbf{Description} \\
\hline
\endhead
PRO & m & Cantidad de producci'on para el per'iodo por municipio \\
CT1 & c, m & Costo de transporte por viaje entre municipio y centro \\
CT2 & c, k & Costo de transporte por viaje entre centro y consumidor \\
CT3 & k, m & Costo de transporte por viaje directo entre municipio y
consumidor \\
CC1 & & Capacidad de carga por viaje T1 \\
CC2 & & Capacidad de carga por viaje T2 \\
CCK & & Cantidad de Centros a abrir para el escenario \\
PE1 & & P'erdida (entre 0 y 1) por transporte entre m y c \\
PE2 & & P'erdida (entre 0 y 1) por tr'ansito por centro c \\
CTV & & Costo de tr'ansito variable \\
CFO & & Costo fijo de operaci'on \\
\hline
\end{tabularx}
\subsection*{Variables}
\begin{tabularx}{\textwidth}{| l | l | X |}
\hline
\textbf{Name} & \textbf{Domains} & \textbf{Description} \\
\hline
\endhead
AP & c & Apertura del Centro C \\
\end{document}
```

```

AC & m, c & Asignaci\on del Centro al Municipio \\
AK & m, k & Asignaci\on directo a K \\
Q2 & c, k & Cantidad despachada de producto de c a k \\
Q3 & m, k & Cantidad despachada de producto de m a k \\
QK & k & Cantidad real llegada a k \\
T1 & m, c & Cantidad de transporte en n\umero de viajes de m a c \\
T2 & c, k & Cantidad de transporte en n\umero de viajes de c a k \\
T3 & m, k & Cantidad de transporte en n\umero de viajes de m a k \\
Z & & Funci\on Objetivo \\
\hline
\end{tabularx}
\subsection*{Equations}
\begin{tabularx}{\textwidth}{| l | l | X |}
\hline
\textbf{Name} & \textbf{Domains} & \textbf>Description} \\
\hline
\endhead
\hyperref[FUNCION_OBJETIVO]{FUNCION\_OBJETIVO} & & Maximizaci\on de
utilidad total (push) \\
\hyperref[CANTIDAD_VIAJES1]{CANTIDAD\_VIAJES1} & m, c & N\umero de
viajes eslab\on 1 \\
\hyperref[CANTIDAD_VIAJES2]{CANTIDAD\_VIAJES2} & c, k & N\umero de
viajes eslab\on 2 \\
\hyperref[CANTIDAD_VIAJES3]{CANTIDAD\_VIAJES3} & m, k & N\umero de
viajes directos \\
\hyperref[BALANCE_PERDIDAS]{BALANCE\_PERDIDAS} & c & Balance de producto
y p\erdid as \\
\hyperref[BALANCE_PERDIDAM]{BALANCE\_PERDIDAM} & m & Balance de producto
y p\erdid as en despacho directo \\
\hyperref[CAPACIDAD_LIBREC]{CAPACIDAD\_LIBREC} & m, c & Habilitaci\on
de tr\ansito para centro abierto (sin capacidad) \\
\hyperref[NUMERO_CENTROS_E]{NUMERO\_CENTROS\_E} & & N\umero m\aximo de
centros abiertos de acuerdo a escenario \\
\hyperref[ASIGNACION_UNICA]{ASIGNACION\_UNICA} & m & Asignaci\on de
cada uno de los municipios un centro \\
\hyperref[CANTIDAD_EN_K]{CANTIDAD\_EN\_K} & k & Cantidad efectivamente
entregada en los destinos \\
\hline
\end{tabularx}
\section*{Equation Definitions}
\subsubsection*{$\text{FUNCION\_OBJETIVO}$} \label{FUNCION_OBJETIVO}
$
\textcolor{red}{\text{Z}} = - ( \displaystyle \sum_{m} ( \displaystyle
\sum_{c} ( \textcolor{blue}{\text{CT1}}_{c, m} \cdot
\textcolor{red}{\text{T1}}_{m, c} ) ) + \displaystyle \sum_{c} (
\displaystyle \sum_{k} ( \textcolor{blue}{\text{CT2}}_{c, k} \cdot
\textcolor{red}{\text{T2}}_{c, k} ) ) + \displaystyle \sum_{m} (
\displaystyle \sum_{k} ( \textcolor{blue}{\text{CT3}}_{k, m} \cdot
\textcolor{red}{\text{T3}}_{m, k} ) ) + \displaystyle \sum_{c} (
\displaystyle \sum_{k} ( \textcolor{blue}{\text{CTV}} \cdot
\textcolor{red}{\text{Q2}}_{c, k} ) ) + \displaystyle \sum_{c} (
\textcolor{blue}{\text{CFO}} \cdot \textcolor{red}{\text{AP}}_{c} ) )
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{$\text{CANTIDAD\_VIAJES1}_{m, c}$}
\label{CANTIDAD_VIAJES1}
$

```

```

\textcolor{red}{\text{T1}}_{m, c} \geq
\frac{\textcolor{blue}{\text{PRO}}_{m} \cdot
\textcolor{red}{\text{AC}}_{m, c}}{\textcolor{blue}{\text{CC1}}}
$
\hfill
$
\forall{ m, c}
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{CANTIDAD\_VIAJES2}_{c, k}}
\label{CANTIDAD_VIAJES2}
$
\textcolor{red}{\text{T2}}_{c, k} \geq
\frac{\textcolor{red}{\text{Q2}}_{c, k}}{\textcolor{blue}{\text{CC2}}}
$
\hfill
$
\forall{ c, k}
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{CANTIDAD\_VIAJES3}_{m, k}}
\label{CANTIDAD_VIAJES3}
$
\textcolor{red}{\text{T3}}_{m, k} \geq
\frac{\textcolor{red}{\text{Q3}}_{m, k}}{\textcolor{blue}{\text{CC1}}}
$
\hfill
$
\forall{ m, k}
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{BALANCE\_PERDIDAS}_{c}} \label{BALANCE_PERDIDAS}
$
\displaystyle \sum_{k} \textcolor{red}{\text{Q2}}_{c, k} = \displaystyle
\sum_{m} ( \textcolor{blue}{\text{PRO}}_{m} \cdot
\textcolor{red}{\text{AC}}_{m, c} \cdot ( 1 -
\textcolor{blue}{\text{PE2}} ) )
$
\hfill
$
\forall{ c}
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{BALANCE\_PERDIDAM}_{m}} \label{BALANCE_PERDIDAM}
$
\displaystyle \sum_{k} \textcolor{red}{\text{Q3}}_{m, k} = \displaystyle
\sum_{k} ( \textcolor{blue}{\text{PRO}}_{m} \cdot
\textcolor{red}{\text{AK}}_{m, k} \cdot ( 1 -
\textcolor{blue}{\text{PE1}} ) )
$
\hfill
$
\forall{ m}
$ \vspace{5pt}
\hrule

```

```

\subsubsection*{\text{ASIGNACION\_UNICA}\_m} \label{ASIGNACION_UNICA}
$
\displaystyle \sum_c \textcolor{red}{\text{AC}}_m + \displaystyle
\sum_k \textcolor{red}{\text{AK}}_m = 1
$
\hfill
$
\forall m
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{CAPACIDAD\_LIBREC}\_m, c}
\label{CAPACIDAD_LIBREC}
$
\textcolor{red}{\text{AC}}_m \leq \textcolor{red}{\text{AP}}_c
\hfill
$
\forall m, c
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{NUMERO\_CENTROS\_E}} \label{NUMERO_CENTROS_E}
$
\displaystyle \sum_c \textcolor{red}{\text{AP}}_c =
\textcolor{blue}{\text{CCK}}
$ \vspace{5pt}
\hrule
\subsubsection*{\text{CANTIDAD\_EN\_K}\_k} \label{CANTIDAD_EN_K}
$
\textcolor{red}{\text{QK}}_k = \displaystyle
\sum_m \textcolor{red}{\text{Q3}}_m + \displaystyle
\sum_c \textcolor{red}{\text{Q2}}_c
$
\hfill
$
\forall k
$ \vspace{5pt}
\hrule
\bigskip
$\text{T1}_m \in \mathbb{Z}_+ \forall m, c$ \newline
$\text{T2}_c \in \mathbb{Z}_+ \forall c, k$ \newline
$\text{T3}_m \in \mathbb{Z}_+ \forall m, k$ \newline
$\text{Q2}_c \geq 0 \sim \forall c, k$ \newline
$\text{AP}_c \in \{0,1\} \sim \forall c$ \newline
$\text{AC}_m \in \{0,1\} \sim \forall m, c$ \newline
$\text{Q3}_m \geq 0 \sim \forall m, k$ \newline
$\text{AK}_m \in \{0,1\} \sim \forall m, k$ \newline
$\text{QK}_k \geq 0 \sim \forall k$ \newline
\bigskip
\end{document}

```