Universidad de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional

Universidad del Tolima

SENA

Gobernación del Tolima

Soluciones *que transforman*

Logística para la integración de valor en el Sector Hortofrutícola del Tolima

Aportes desde la ciencia y la tecnología

Editores Académicos

Helga Patricia Bermeo Andrade
Nelson Javier Tovar Perilla

Logística para la integración de valor en el Sector Hortofrutícola del Tolima

Aportes desde la Ciencia y la Tecnología

Editores Académicos

Helga Patricia Bermeo Andrade
Nelson Javier Tovar Perilla

Ibagué, septiembre de 2018

635
L832 Logística para la integración del valor en el sector hortofrutícola del Tolima: aportes desde la ciencia y la tecnología / Helga Patricia Bermeo, Nelson Javier Tovar Editores académicos. Ibagué: Universidad de Ibagué, Universidad del Tolima, SENA, Gobernación del Tolima, 2018 334 p. 23 centímetros

ISBN impreso: 978-958-754-312-4
ISBN Digital: 978-958-754-313-1

Descriptores: Sector hortofrutícola – Tolima; agrocadenas – hortofrutícolas - Tolima.

©Universidad de Ibagué
Rector
Francisco Cesar Vallejo Mejía

©Universidad del Tolima
Rector
Omar Alberto Mejía Patiño

©SENA Regional Tolima
Director Regional
Félix Ramón Triana Gaitán

©Gobernación del Tolima
Gobernador
Oscar Barreto Quiroga

Editores Académicos
Helga Patricia Bermeo Andrade & Nelson Javier Tovar Perilla

Autores en orden de aparición
©Nelson Javier Tovar Perilla, Helga Patricia Bermeo-Andrade, José Fidel Torres Delgado, Miguel Ignacio Gómez, Yanneth Bohórquez Pérez, Claudia Patricia Valenzuela Leal, Luis Felipe Lozada Valencia, Omar Arley Arenas Quimbayo, Carlos Antonio Meisel Donoso, Jaime Alberto Villada Garcés, Justhy Meliza Moreno Henao, Carolina Saavedra Moreno, Angie Marcela Ramírez Rubio, Sindy Lorena Nieto Jara, Dora Luz González-Bañales, Andrea Milena Sánchez Riaño, Érika Alejandra Patiño Moreno, Claudia Patricia Rondón Poloche, Joaquin Eduardo Carrillo Orjuela.

Dirección editorial
Ediciones Unibagué
ediciones.unibague.edu.co
publicaciones@unibague.edu.co
Universidad de Ibagué
Carrera 22, calle 67. Barrio Ambalá
Teléfono: +57 (8) 2709400
Ibagué, Tolima, Colombia
www.unibague.edu.co

Edición General
Ediciones Unibagué

Co-edición
Sello Editorial Universidad del Tolima
SENA Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios

Textos, imágenes y fotografías
Equipo técnico Convenio 1032 – 2013.

Diseño, diagramación
Iván Ricardo Machado Triana

Corrección de estilo
María Camila Celis Castiblanco

Impresión
León Gráficas Ltda. PBX 2630088. Ibagué

Contenido

Presentación 9

Primera Parte: Metodología para la intervención del Sector

1. Metodología para priorizar la intervención de agrocadenas 16
Nelson Javier Tovar Perilla, Helga Patricia Bermeo-Andrade, Jose Fidel Torres Delgado, Miguel Ignacio Gómez

2. Metodología para planificar el mejoramiento logístico en agrocadenas 27
Helga Patricia Bermeo-Andrade, Nelson Javier Tovar Perilla, Yanneth Bohórquez Pérez, Claudia Patricia Valenzuela Leal, Luis Felipe Lozada Valencia, Jose Fidel Torres Delgado

3. Referentes teóricos para el estudio de agrocadenas 41
Omar Arley Arenas Quimbayo, Carlos Antonio Meisel Donoso, Nelson Javier Tovar Perilla

Segunda Parte: Resultados de la intervención en el Sector

4. Caracterización de las problemáticas del sector hortofrutícola del Tolima 67
Omar Arley Arenas Quimbayo, Luis Felipe Lozada Valencia, Jaime Alberto Villada Garces

5. Buenas prácticas para la poscosecha de productos hortofrutícolas 101
Yanneth Bohórquez Pérez, Justhy Meliza Moreno Henao

6. Exploración de nuevos mercados para frutas con potencial exportador 143
Angie Marcela Ramírez Rubio, Sindy Lorena Nieto Jara

7. Caracterización y diseño de alternativas de mejora en centros de acopio primarios 177
Carolina Saavedra Moreno, Nelson Javier Tovar Perilla

8. Integración de las TIC para la gestión de unidades agrícolas 201
Helga Patricia Bermeo-Andrade, Dora Luz González-Bañales

Tercera Parte: Exploración de nuevas alternativas para el Sector

9. I+D para la búsqueda de nuevas alternativas agroindustriales 227
Claudia Patricia Valenzuela Leal, Andrea Milena Sánchez Riaño, Erika Alejandra Patiño Moreno, Helga Patricia Bermeo-Andrade.

10. Explorando rutas para la innovación social y económica en zonas productoras de hoja de cachaco en el Tolima 269
Helga Patricia Bermeo-Andrade, Claudia Patricia Valenzuela Leal, Yanneth Bohórquez Pérez, Andrea Milena Sanchez Riaño, Justhy Meliza Moreno Henao, Claudia Patricia Rondon Poloche

11. Estudio de vigilancia tecnológica al servicio del Sector Hortofrutícola del Tolima 297
Luis Felipe Lozada Valencia, Omar Arley Arénas Quimbayo, Jaime Alberto Villada Garces, Sindy Lorena Nieto Jara, Joaquin Eduardo Carrillo Orjuela

12. Propuesta para la integración regional del Sector Hortofrutícola del Tolima 317
Nelson Javier Tovar Perilla, Jose Fidel Torres Delgado, Miguel Ignacio Gómez

Acerca de los Autores 326

Ficha técnica del proyecto de origen

Título	Diseño e implementación de un modelo logístico para la integración de valor en la Cadena Hortofrutícola del Tolima
Contrato	Convenio Nº 1032-2013, entre la Gobernación del Tolima y la Universidad de Ibagué, firmado el 20 de noviembre de 2014
Sitio web	http:// logihfrutic.unibague.edu.co
Región	Tolima – Colombia
Ejecutor	Gobernación del Tolima
Supervisor	Gobernación del Tolima – Secretaría de Desarrollo Económico & Secretaría de Planeación y TIC
Avalador	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias.
Operador	Universidad de Ibagué en alianza con la Universidad del Tolima y el SENA Regional Tolima
Interventor	Corporación para el Desarrollo Agroindustrial GAIYA - CADAD
Presupuesto	$ 3.000 millones, 89,9 % aportado por el Sistema General de Regalías a través del Fondo de Ciencia y Tecnología - Departamento Nacional de Planeación.
Ejecución	24 meses y 24 días, con inicio en noviembre de 2013 y cierre en abril de 2017
Objetivo	Diseñar e implementar un modelo logístico para la integración de valor en la Cadena Hortofrutícola del Tolima, con el fin de contribuir a la mejora de su productividad y competitividad en mercados de orden regional, nacional e internacional
Acciones centrales	A. Caracterizar y evaluar la gestión y operación logística presente en los procesos de recolección, almacenamiento, distribución y logística inversa, en las zonas identificadas. B. Diseñar estrategias de mejoramiento en los procesos de gestión y operación logística para la comercialización eficiente de los productos bajo estándares nacionales e internacionales de calidad. C. Implementar, en el proceso crítico identificado en cada una de las zonas analizadas, una de las estrategias de mejoramiento diseñadas. D. Transferir conocimiento sobre las estrategias diseñadas en los procesos de gestión y operación logística en cada una de las zonas identificadas.
Productos esperados	• Cinco agrocadenas caracterizadas en operación logística poscosecha • Diez estrategias diseñadas para mejoramiento logístico en poscosecha • Cinco estrategias implementadas en procesos críticos identificados • Docientos actores del sector con conocimiento de las estrategias diseñadas

Acrónimos y Siglas

BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
BPL	Buenas Prácticas Logísticas
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
C&T	Ciencia y Tecnología
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
Global GAP	Certificadora internacional en Buenas Prácticas agrícolas
Logihfrutic	Plataforma informática del proyecto
Sector H&F	Sector Hortofrutícola
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGR	Sistema General de Regalías
Unibagué	Universidad de Ibagué
Unitolima	Universidad del Tolima
Unicauca	Universidad del Cauca
Uniandes	Universidad de los Andes
UAO	Universidad Autónoma de Occidente

Equipo de investigación – Convenio 1032-2013

Dra. Helga Patricia Bermeo Andrade – Líder Científica
MsC. Nelson Javier Tovar Perilla – Coinvestigador
Grupo de Investigación GINNOVA

MsC. Claudia Valenzuela Leal – Coinvestigador
MsC. Yaneth Bohórquez Pérez – Coinvestigador
Grupo de Investigación CEDAGITROL

MsC. Felipe Lozada Valencia – Coinvestigador
Grupo de Investigación GESICOM

Expertos académicos e investigadores de apoyo

Dr. Fidel Torres Delgado – Uniandes
Dra. Gloria López Orozco – UAO
Dr. Héctor Villada Castillo – Unicauca
Dr. Miguel Gómez – UCornell (EE.UU.)
Dr. Andrés García León – Unibagué
Dr. Alfonso Cubillos Varela – Unibagué
MsC. Carolina Saavedra Moreno – Unibagué
MsC. Jimmy Carvajal Beltrán – Unibagué
MsC. Erika Patiño Moreno – Unibagué
MsC. Andrea Sánchez Riaño – Unibagué
MBA. Sindy Lorena Nieto Jara – SENA Regional Tolima

Estudiantes vinculados con trabajo de grado

Nelson Javier Tovar Perilla – Doctorado en Ingeniería, Uniandes
Omar Arenas Quimbayo – Maestría en Gestión Industrial, Unibagué
Jaime Villada Garcés – Maestría en Gestión Industrial, Unibagué
Felipe Lozada Valencia – Maestría en Gestión Industrial, Unibagué
Angie Ramírez Rubio – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Sully Quiroga Acosta – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Jefferson Galindo Hernández – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Daniela García García – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Miguel Criollo Ramírez – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
María Elena Rua Beltrán – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Daniela Santacruz Gutiérrez – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Catalina Ramírez Cardoso – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Gabriel Garzón Sánchez – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué
Iván Pinzón Cárdenas – Programa de Ingeniería Industrial, Unibagué

Presentación

La importancia que el sector agrícola representa para el desarrollo económico y social, enfrenta problemas estructurales, que afectan los niveles de productividad y ponen de manifiesto, principalmente el riesgo para la seguridad alimentaria, el manejo de los recursos naturales y la reducción de la pobreza, en especial, para el sector rural en los países en desarrollo[1]. Las actuales condiciones de mercado han generado mayores retos para las empresas a la hora de satisfacer las necesidades y nuevos patrones de compra de los consumidores en un entorno globalizado[2]. Por todo lo anterior, la adecuada administración de las agrocadenas de abastecimiento y la logística vinculada a su funcionamiento se convierte para los actores que las conforman, tanto en una necesidad como en una oportunidad para ganar productividad y competitividad en el contexto local y global.

Colombia es un país con gran tradición agrícola; gracias a sus favorables condiciones geográficas y climáticas, cuenta con importantes volúmenes de producción de alimentos como cereales, frutas y hortalizas. En lo referente al sector hortofrutícola, el tercero de mayor relevancia dentro de las actividades agrícolas del país, el crecimiento e importancia es evidente, al pasar de 952 mil a 1.083 mil hectáreas sembradas en el periodo de 2008 a 2013, cifras que representaron un crecimiento en la producción total de 2,9 % anual, aumentando desde 10.5 millones hasta 12.2 millones de toneladas[3]. La región Tolima, por razón de su privilegiada posición geográfica en la zona montañosa y céntrica del país, es una de las principales despensas agrícolas del territorio nacional, en la producción de cereales, café, frutas y hortalizas. En consideración con su gran tradición agrícola, su favorable posición geográfica y cercanía frente a los principales centros de consumo y corredores viales tanto para la entrada como para la salida de mercancía de Colombia, el Tolima ha definido la logística y la agroindustria como dos de sus apuestas estratégicas

[1] FAO. (2012). Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en el Mundo. Roma.

[2] OCDE. (2013). Perspectivas Agrícolas 2013-2022. México D.F.

[3] ASOHOFRUCOL. (2014). Balance y proyecciones del sector hortofrutícola. Frutas y Hortalizas, 13, 11–14.

para su desarrollo económico y social al horizonte 2025[4]. Producto de esta declaración, se han generado localmente varias acciones con el fin de fortalecer estos sectores productivos, entre ellas, la asignación en el año 2013 de un fondo especial para fortalecer desde la ciencia y tecnología inherente al campo de la logística y áreas de conocimiento conexas, la tecnificación y modernización de la labor de poscosecha en la Cadena Hortofrutícola del Tolima (conocido administrativamente como el Convenio 1032-2013), para reducir las pérdidas de producto luego de su cultivo en finca, *aguas abajo* en la cadena de suministro hasta llegar a su comercialización.

Teniendo en cuenta los notables cambios económicos, sociales y culturales que están ocurriendo a nivel mundial, es de importancia reconocer aquellos elementos que permiten a los territorios o regiones, diferenciarse entre sí, dar saltos cualitativos para mejorar su economía, alcanzar un alto desarrollo social y crear impactos positivos en la sociedad y en la calidad de vida de sus habitantes[5]. La logística dentro del desarrollo social y geográfico permite una evolución económica positiva. A partir de esta se logra planear cada uno de los proyectos por ejecutar, desde la inversión en el ámbito social hasta la inversión en infraestructura y la modernización de los mercados ofrecidos que intervienen en la accesibilidad entre las regiones. En otras palabras, la logística "cambia las distancias relativas entre el conjunto de actividades, aumentando o disminuyendo las ventajas comparativas de determinadas localizaciones, y generando procesos de valorización y diferenciación espacial y social, habilitando la integración de espacios y de mercados al sistema económico"[6].

La transversalidad de la logística frente a los diferentes sectores productivos de las regiones, facilita un desarrollo competitivo y económico entre estas y crea conexiones entre los componentes y actores de las cadenas de valor. Si bien la logística integral aparece muy asociada a las cadenas globales de valor, cobra importancia en la dinámica de integración al interior de las

[4] Gobernación del Tolima. (2015). Tolima Visión 2025. Ibagué.

[5] Moguillansky, G. (2010). Las agencias regionales de desarrollo productivo: un germen de colaboración público-privada para el desarrollo regional en Chile. Santiago: CEPAL.

[6] Schweitzer, M. (2011). La relación entre transporte y territorio. Revista Voces en el Fenix, 9, 28. Recuperado de http://www.vocesenelfenix.com/content/la-relaci%C3%B3n-entre-transporte-y-territorio

economías nacionales, puesto que tiende a aumentar la eficiencia sistémica y evita el desfasaje entre la productividad media de la economía y los parámetros internacionales[7].

La logística, entendida como la capacidad de optimizar tiempos y costos de transporte, almacenamiento y distribución desde la fase de suministro hasta el consumidor final, es uno de los factores fundamentales para alcanzar la meta propuesta por Colombia de ser uno de los tres países más competitivos de América Latina en el año 2032[8]. Este reto vincula a todas las regiones del país, en especial aquellas que hacen parte de los corredores logísticos, que facilitan la entrada y salida de productos. El departamento del Tolima especialmente obedece a este perfil desde que se encuentra ubicada en el corredor vial que sale al principal puerto marítimo de Colombia y que, además, está en el centro del triángulo de oro que componen los principales centros urbanos del país.

Para contribuir a este propósito, y gracias a la financiación provista por la Gobernación del Tolima a través del Sistema General de Regalías 2013-2014, el proyecto de ciencia y tecnología Diseño e implementación de un modelo logístico para la integración de valor en el Sector Hortofrutícola del Tolima, cuyo acto administrativo corresponde al Convenio 1032-2013 firmado el 20 de noviembre de 2013 entre la Gobernación del Tolima y la Universidad de Ibagué, y que tuvo como objetivo diseñar alternativas logísticas orientadas al mejoramiento competitivo y el desarrollo tecnológico de un número limitado de agrocadenas pertenecientes a este subsector agrícola y localizadas en los cinco corredores viales del departamento del Tolima, para el mejoramiento en los procesos de gestión y operación logística para la comercialización eficiente de los productos bajo estándares nacionales e internacionales de calidad.

La ejecución del proyecto tuvo lugar durante el periodo de noviembre de 2013 a mayo de 2017 (24 meses activo + meses de suspensión por trámites administrativos), siguiendo el plan de intervención indicado para su

[7] Porter, M. (1980). Competitive advantage of nations: Creating and sustaining superior performance. Nueva York: Simon and Schuster.

[8] Consejo Privado de Competitividad. (2013). Informe nacional de competitividad. Bogotá. Obtenido de www.compite.com.co

implementación, a partir de cuatro acciones centrales definidas y acordadas contractualmente:

A. Caracterización y evaluación de la gestión y operación logística presente en los procesos de recolección, almacenamiento, distribución y logística inversa utilizada por los actores de las cadenas, adicionalmente, se realizó la priorización de las cadenas por analizar, este paso permitió la selección de las cadenas más importantes y con mayor potencial tanto económico como social en las diferentes zonas analizadas.

B. Diseño de estrategias de mejoramiento en los procesos de gestión y operación logística para la comercialización eficiente de los productos bajo estándares nacionales e internacionales de calidad.

C. Implementación a nivel piloto, en los procesos críticos identificados en cada una de las zonas analizadas, de las estrategias de mejoramiento diseñadas.

D. Transferencia de conocimiento sobre las estrategias diseñadas en los procesos de gestión y operación logística en cada una de las zonas identificadas.

Este libro consolida los principales resultados de carácter científico-tecnológicos generados durante la ejecución del Convenio 1032-2013, los cuales se articulan a partir de diez capítulos que, a la vez, se agrupan en tres secciones a saber: I. Metodología de intervención, II. Resultados de la intervención y III. Nuevas alternativas de desarrollo para el sector.

La primera parte contiene tres capítulos que explican las diferentes metodologías utilizadas para el desarrollo del proyecto, en particular los capítulos uno y dos se presentan las metodologías utilizadas para la priorización de las agrocadenas por intervenir y para el diseño de las estrategias para la mejora asociada a los procesos logísticos de cadenas de suministro agrícolas. A partir de este marco de región, se presenta en el capítulo tres la propuesta de modelo de integración regional logístico para el sector hortofrutícola del Tolima, considerando las posibilidades que ofrecen los centros de acopio primarios, secundarios o terciarios que están presentes en la región centro

de Colombia, y que ahora se configuran posibles a través de la propuesta de integración regional de la RAPE (Región Administrativa y de Planeación Especial) entre Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Meta y Bogotá D.C.

La segunda parte se compone del capítulo cuarto al octavo. En el cuarto capítulo, los autores presentan los resultados de la caracterización y determinación de las problemáticas del sector, seguido del quinto capítulo en el que se consolida la información generada sobre las buenas prácticas logísticas (en las áreas de empaque, embalaje, transporte, almacenamiento, gestión de información) integradas a las actividades de poscosecha de los productos hortofrutícolas priorizados. A partir del capítulo sexto, seguido del séptimo, se presentan los resultados de la intervención intrafinca y extrafinca, especialmente en centros de acopio primarios cercanos a las zonas de producción. El capítulo ocho presenta el modelo de gestión de información que fue articulado a través de las herramientas TIC para mejorar las competencias en los actores de las agrocadenas priorizadas, en la gestión de unidades productivas.

En la tercera parte se consolidan las nuevas propuestas para el sector, a través de cinco capítulos. En el capítulo nueve, se presentan los resultados agregados de la exploración de alternativas de I+D para nuevos productos convencionales y no convencionales para el eslabón agroindustrial en el Tolima, derivados del análisis integral de tres frutas (limón, mango, mora) y una hortaliza (arracacha); de manera complementaria en el capítulo diez se reportan los resultados de la consulta hecha a potenciales consumidores, respecto de la viabilidad comercial de los prototipos de nuevos productos desarrollados. En el capítulo once se presentan las diferentes alternativas que se visibilizan para el aprovechamiento integral de la planta de cachaco en el desarrollo de nuevos productos, como opción para el mejoramiento de esta actividad productiva que se concentra en las comunidades indígenas del sur del Tolima. El capítulo doce por su parte, contiene los resultados de un estudio exploratorio de vigilancia tecnológica a nivel internacional para el desarrollo futuro del sector hortofrutícola regional; finamente el capítulo trece ofrece detalle sobre el modelo de integración regional que se sugiere para el sector hortofrutícola en el Tolima.

Los resultados de carácter científico y tecnológico obtenidos a partir de la intervención del sector hortofrutícola del Tolima, desde las diferentes

estrategias implementadas con el Convenio 1032-2013, facilitan la sustracción de los aportes que este puede significar para la comunidad científica, para el sector agrícola tolimense y para el gobierno departamental. Para los científicos, locales y no locales, los resultados que se publican evidencian una metodología validada para la intervención de cadenas de suministro de origen agrícola. Para el sector agrícola y demás actores vinculados en las cadenas de valor que se derivan de sus productos, los resultados son fuente de consulta y referencia de las buenas prácticas que precisan incorporar en su labor productiva para lograr ser competitivos con un valor compartido. Finalmente, y no menos importante, está el aporte para los organismos de gobierno, en tanto los resultados les aporta un modelo para la orientación y diseño de política pública orientada al mejoramiento y transformación con base tecnológica, de sectores productivos estratégicos para el desarrollo socioeconómico sostenible de una región.

En nombre del equipo técnico que operó el Convenio 1032-2013, le damos a nuestros lectores la bienvenida a este documento, y dejamos abierta la posibilidad de consulta e interacción a través del sitio web del proyecto: http://logihfrutic.unibague.edu.co; o por medio del correo electrónico: proyecto.logistica@unibague.edu.co.

Helga Patricia Bermeo Andrade
y Nelson Javier Tovar Perilla
Editores Académicos

Primera Parte

Metodología para la intervención del Sector

En esta sección se exponen en los Capítulos I y II, los modelos y las metodologías utilizadas para la priorización de las agrocadenas por intervenir y para el diseño de las estrategias para la mejora asociada a los procesos logísticos de cadenas de suministro agrícola, para luego, en el Capítulo III, ahondar en los fundamentos teóricos que fueron tenidos en cuenta para la intervención, desde el campo de conocimiento de la gestión de la logística y las cadenas de suministro.

1. Metodología para priorizar la intervención de agrocadenas[9]

Nelson Javier Tovar Perilla, Helga Patricia Bermeo-Andrade,
Jose Fidel Torres Delgado, Miguel Ignacio Gómez

La problemática

A pesar de que la economía agrícola tiene una orgullosa tradición en el desarrollo de herramientas prácticas para cuantificar las ganancias y pérdidas debidas a cambios en las políticas o programas para al desarrollo de este sector económico, de acuerdo con el trabajo realizado por Hartwich (2007) se evidencia que los proyectos encaminados para el desarrollo de la innovación agrícola en América Latina, con frecuencia, se forman sin claras percepciones de los costos involucrados y los beneficios que se obtendrán una vez implementados, como resultado de esta situación la toma de decisiones para la jerarquización de recursos y productos en el sector agrícola se convierte en un desafío para los gobiernos locales.

En Latinoamérica, países como Argentina, Brasil, México, Colombia, Venezuela y Chile han realizado trabajos de investigación orientados a la caracterización de los subsectores forestal y agroindustrial para ayudar a los tomadores de decisión hacia dónde dirigir recursos monetarios para incrementar la productividad; estos estudios de posicionamiento han estado basados en dos factores, la importancia socio económica y la competitividad, recomendados por el método del International Service for National Agricultural Research (ISNAR) y adaptados a las condiciones específicas de cada región (Velásquez, et al., 1999; Rey, et al., 1999; Lima, et al., 2001; Moctezuma, et al., 2013). Sin embargo, para la jerarquización de los productos agrícolas en los estudios antes mencionados

[9] Una versión preliminar de este capítulo se presentó en la 23rd International Conference on Multiple Criteria Decision Making – MCDM 2015 llevada a cabo del 2 al 7 de agosto de 2015 y organizada por Helmut-Schmidt-University y University of the Federal Armed Forces en Hamburgo – Alemania.

no se han tenido en cuenta variables que no están directamente ligadas a la productividad, pero que son indispensables para incrementar la competitividad de las cadenas, como la viabilidad del producto para su comercialización nacional e internacional, la facilidad de distribución y la factibilidad de industrialización. Por esta razón, se hace necesario crear una metodología que, basada en técnicas multicriterio para la toma de decisiones, tenga en cuenta estas variables y que además permita incluir criterios cuantitativos y cualitativos, permitiendo así realizar una priorización integral de productos agrícolas.

La metodología de priorización propuesta se desarrolló teniendo en cuenta las cuatro fases siguientes: i) selección de zonas y productos por evaluar por zona; ii) cálculo del índice de competitividad a partir de un análisis cuantitativo; iii) cálculo del índice del potencial logístico a partir de un análisis cualitativo; y iv) toma de decisiones a partir de una matriz de priorización de productos. A continuación, se detallan cada una de las fases anteriores.

Primera fase: ***Selección de zonas y productos a evaluar por zona.*** Para la selección de las zonas por intervenir se tuvieron en cuenta, entre otros factores, la distribución geográfica, la tradición agrícola y la presencia de cultivos hortofrutícolas. A partir del análisis de los factores mencionados, se seleccionaron cinco zonas a lo largo del Departamento del Tolima, una en la parte norte (Mariquita y su zona de influencia) tres en la zona central (Ibagué, Cajamarca y El Espinal y sus zonas de influencia) y una en la zona sur (Natagaima y su zona de influencia).

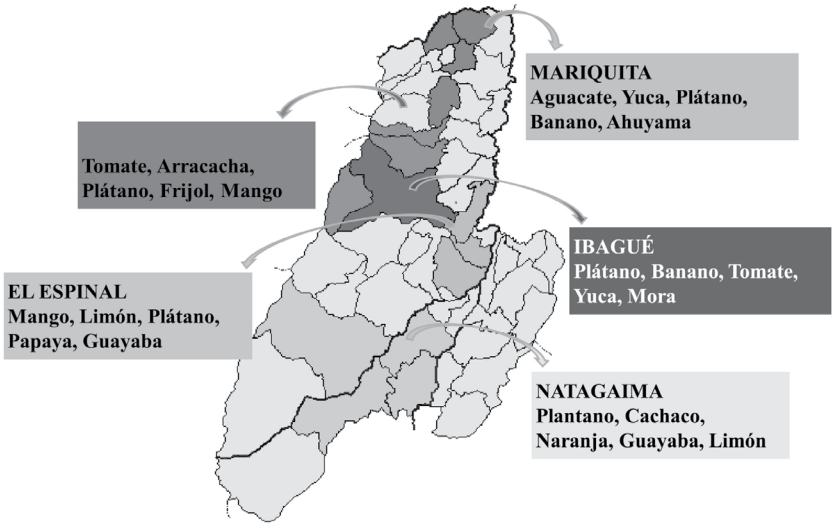
Posterior a la selección de las zonas por estudiar, se procedió a recolectar información de la producción de los productos hortofrutícolas más representativos de cada zona, mediante la consulta de reportes estadísticos disponibles en entidades del orden nacional, regional y local (Corporación Colombiana Internacional, 2014; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2011; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Colombia; Corporación Colombiana Internacional; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2010; Gobernación del Tolima, 2011). Con esta información se preseleccionaron los cinco productos con mayor producción en cada una de las zonas seleccionadas. Los resultados de la preselección se muestran en la Tabla 1.1 y Figura 1.1.

Tabla 1.1. Productos preseleccionados para la priorización por cada zona evaluada

	Zonas a evaluar				
	Mariquita	**Ibagué**	**Cajamarca**	**El Espinal**	**Natagaima**
Producción por producto [t/año]	Aguacate 43.465	Plátano 18.595	Tomate 40.636	Mango 60.597	Plátano 14.970
	Yuca 28.664	Banano 7.662	Arracacha 39.271	Limón 15.920	Cachaco 4.591
	Plátano 7.478	Tomate 4.843	Plátano 23.922	Plátano 7.340	Naranja 2.022
	Banano 6.818	Yuca 4.720	Frijol 12.933	Papaya 3.031	Guayaba 1.631
	Ahuyama 993	Mora 2.353	Mango 8.749	Guayaba 3.342	Limón 1.327

Fuente: Corporación Colombiana Internacional (CCI) - Base agrícola nacional 2007-2012

Figura 1.1. Zonas de intervención y productos preseleccionados



Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Segunda fase: *Estimación del nivel de competitividad por cadena*. Al tomar como base la metodología propuesta por el ISNAR (Lima *et al.*, 2001), se calculó el índice de competitividad (*NCi*) (ver Ecuación 1.1). Para cada cadena *i* preseleccionada en la zona. Para esto se definieron las variables de producción cuantitativas *j,* mostradas en la Tabla 1.2.

$$NC_{ij} = \left\{ \left[\frac{X_{ij} - X_{ijmin}}{X_{ijmax} - X_{ijmin}} \right] \times (N-1) \right\} + 1$$

$$NC_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} NC_{ij}}{J} \forall i \qquad (1.1)$$

Donde:

i:	Producto por evaluar, i=1, …, N
j:	Criterio cuantitativo por utilizar, j=1, …, J
Xij:	Información del criterio j por product i
Xijmin:	Mínimo valor del criterio j por product i
Xijmax:	Máximo valor del criterio j por product i
N:	Número total de productos por priorizar
NCij:	Competitiveness level of i product in j criterion
CLi:	Nivel de competitividad del producto i

Tabla 1.2. Variables cuantitativas analizadas por cada producto preseleccionado

Variables	Unidad de medida
Área cosechada municipal - año 2012	[ha]
Rendimiento	[t/ha]
Índice de rendimiento (Rendimiento / Rendimiento promedio nacional)	[%]
Participación nacional	[%]
Participación de la producción municipal en el Departamento	[%]
Participación del área sembrada municipal en el Departamento	[%]
Área sembrada año 2012	[ha]
Índice de crecimiento (Área sembrada 2012 / Área sembrada 2007)	[%]

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

A partir del reporte de la Corporación Colombiana Internacional (CCI): Base agrícola nacional 2007-2012 se obtuvo la información de cada uno de los criterios de la tabla anterior. Con esta información se calculó el índice de competitividad (NCi) para cada producto mediante el cálculo de la Ecuación 1.1 (Tabla 1.3).

Tabla 1.3. Valores de los índices de competitividad de cada producto preseleccionado

	Zonas evaluadas									
	Mariquita		**Ibagué**		**Cajamarca**		**El Espinal**		**Natagaima**	
Producto – NC_i	Aguacate	3,78	Plátano	2,57	Arracacha	3,05	Mango	4,62	Plátano	2,98
	Plátano	2,50	Banano	3,12	Plátano	1,36	Limón	2,79	Limón	1,54
	Yuca	1,79	Yuca	2,10	Tomate	2,87	Plátano	1,47	Cachaco	3,69
	Banano	2,17	Tomate	2,33	Frijol	3,01	Guayaba	1,66	Naranja	2,51
	Ahuyama	1,37	Mora	2,96	Mango	1,58	Papaya	2,42	Guayaba	1,96

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Uno de los resultados más importantes en este análisis consistió en determinar que no necesariamente el NCi está directamente relacionado con los valores de los volúmenes de producción.

Tercera fase: *Estimación del nivel de potencial logístico*. Para aquellas variables que no fue posible calcular de manera cuantitativa, se recurrió a la consulta de expertos, mediante la aplicación del método DELPHI (Linstone & Turoff, 2002), para evaluar y calificar el potencial logístico de cada uno de los productos preseleccionados (*i*) de cada zona, teniendo en cuenta para esto, la viabilidad de los productos para la comercialización nacional e internacional (factor comercial), la facilidad para el transporte y manipulación (factor logístico), la posibilidad para obtención de productos derivados y la factibilidad de industrialización (factor agroindustrial). El índice del potencial logístico de cada producto (*PLi*), se estima con base en las calificaciones de los expertos[10], como se detalla en la Ecuación 1.2.

[10] El nivel de concordancia de la opinión de los expertos para cada una de las cinco zonas bajo estudio, se evaluó con el coeficiente de concordancia de Kendall (Kendall, 1955). En los casos en que la concordancia no fue la mínima aceptable (W≥0.60), se complementó la decisión con el uso de la técnica del análisis de Clúster (Romesburg, 2004).

$$PL_i = \frac{\sum_{k=1}^{K} PL_{ik}}{K} \forall i \quad (1.2)$$

Donde:

i: Producto por evaluar i=1, …, N

k: Experto evaluador, k=1, …, K

PLik: Evaluación (ranking) del product i por el experto k

PLi: Potencial logístico del product i

Para el cálculo del PLi se aplicó el método DELPHI en tres rondas en las cuales se contó con la participación de 17 expertos, provenientes de entidades del orden nacional (4) y de escala regional (13). Por razón de su perfil ocupacional y experiencia profesional, fueron seleccionados en representación de entidades de gobierno (5), entidades gremiales y actores directos del sector hortofrutícola del Tolima (8) y entidades académicas y científicas (4). Cada uno fue seleccionado dada su trayectoria y conocimiento en la formulación y evaluación de política pública relacionada con el sector agrícola, en procesos de transformación, logísticos y de comercialización de frutas y verduras y conocimiento en el proceso de exportación de productos agrícolas. La Tabla 1.4 muestra el nivel de concordancia de Kendall (W) obtenido en las respuestas de los expertos, el valor p de la prueba chi-cuadrado (X2) y el número de rondas realizadas en cada una de las zonas evaluadas.

Tabla 1.4. Valores para el coeficiente de Kendall en cada una de las rondas realizadas por zona

Zona	Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3	
	W	p-valor	W	p-valor	W	p-valor
Mariquita	0,778	0,000	**0,861**	0,000		
Ibagué	0,131	0,096	0,119	0,153	0,180	0,038
Cajamarca	0,242	0,004	0,270	0,003	0,325	0,001
El Espinal	0,685	0,000	0,745	0,000	**0,762**	0,000
Natagaima	0,198	0,018	0,307	0,001	0,282	0,002

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

De acuerdo con la metodología propuesta, en las zonas donde no se logró el nivel de concordancia mínimo deseado, se recurrió al análisis de clúster (Romesburg, 2004) agrupando por conglomerado las respuestas de los expertos en la tercera ronda y descartando las valoraciones atípicas. Con los resultados de las clasificaciones jerárquicas, se determinó el número de respuestas de expertos por analizar de la tercera ronda. Con el número de valoraciones ajustadas, se calculó nuevamente el coeficiente de concordancia de Kendall (Tabla 1.5).

Tabla 1.5. Valores para el coeficiente de Kendall después del análisis de clúster

Zona	Número de Expertos - finales	(W)
Centro	5	0,784
Centro Oeste	10	0,610
Sur	9	0,575

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Una vez definidos los niveles de concordancia y el número de expertos (k) en cada zona, se calculó el PLi por medio de la Ecuación 2. Los resultados se muestran en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Valores de los índices de potencial logístico de cada producto en cada zona

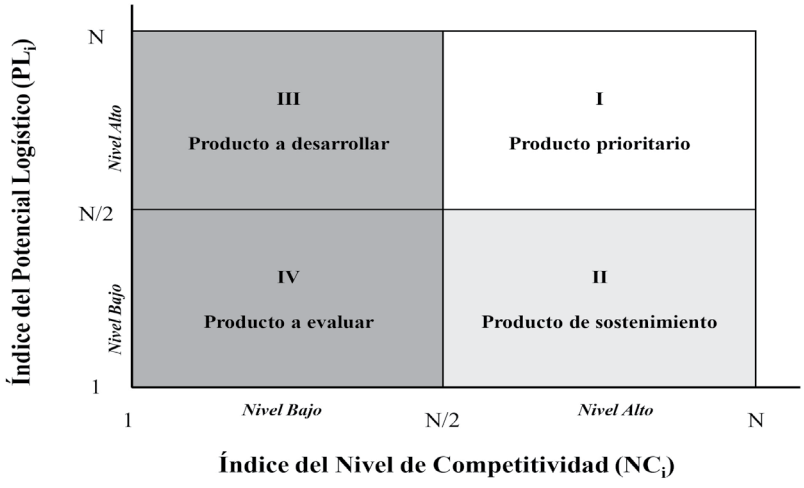
	Zonas evaluadas									
	Mariquita		***Ibagué***		***Cajamarca***		***El Espinal***		***Natagaima***	
Producto – PL_i	Aguacate	5,00	Plátano	4,40	Arracacha	4,60	Mango	4,87	Plátano	2,33
	Plátano	3,87	Banano	4,00	Plátano	1,80	Limón	4,07	Limón	3,39
	Yuca	2,60	Yuca	3,60	Tomate	3,40	Plátano	2,20	Cachaco	4,89
	Banano	2,53	Tomate	1,60	Frijol	3,50	Guayaba	1,73	Naranja	1,83
	Ahuyama	1,13	Mora	1,40	Mango	1,70	Papaya	2,27	Guayaba	2,56

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Como se puede observar en la tabla anterior, en cuatro de las cinco zonas analizadas, el producto con mayor índice de potencial logístico presenta un alto volumen de producción; sin embargo, en la zona de Natagaima el comportamiento es diferente, lo anterior se explica, en parte, porque el volumen de producción corresponde al cachaco en fresco y el producto finalmente analizado es la hoja del cachaco que tiene un potencial comercial mayor, como envoltura de comidas típicas (Echeverry-Navarro, 2001).

Cuarta fase: ***Toma de la decisión para la priorización de productos.*** Los resultados de los índices, *NCi* y *PLi,* se graficaron en una matriz de priorización compuesta por cuatro cuadrantes (Figura 1.2): I) *Productos prioritarios*, altos niveles de competitividad y potencial logístico; II) *Productos de sostenimiento*, altos niveles de competitividad, pero un bajo potencial logístico; III) *Productos por desarrollar*, alto potencial logístico pero un bajo nivel de competitividad y; IV) *Productos por evaluar*, bajos niveles en competitividad y potencial logístico.

Figura 1.2. Matriz de priorización de productos

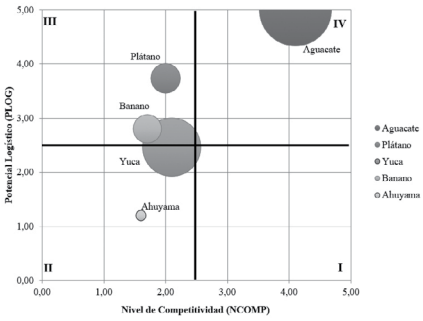


Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

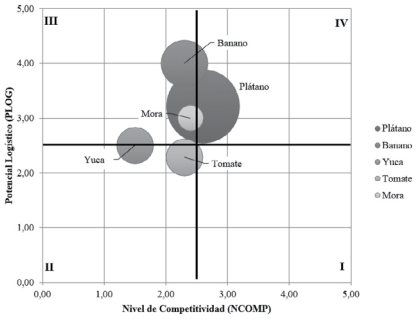
Los resultados obtenidos para el índice de nivel de competitividad (NCi) y el índice de potencial logístico (PLi) para cada uno de los productos hortofrutícolas de las cinco zonas estudiadas se ubicaron en la matriz de priorización de productos anteriormente expuesta. Además, se definió, como variable adicional, tener en cuenta la producción de cada uno de estos. Esta variable se representó dentro de la matriz mediante el diámetro de las burbujas. Los resultados obtenidos en cada una de las zonas se muestran en la Figura 1.3.

Como se observa en la figura anterior, los indicadores de nivel de competitividad y potencial logístico de las zonas de Mariquita, Cajamarca y El Espinal presentan una relación directa mostrando claramente los productos prioritarios. Este comportamiento está estrechamente relacionado con los resultados encontrados mediante el método de expertos, los cuales arrojaron coeficientes de concordancia altos desde las primeras rondas. Por otra parte, en las zonas de Ibagué y Natagaima los productos en la matriz de priorización no muestran ninguna tendencia definida. Una vez culminado este proceso, la decisión final fue seleccionar aguacate y plátano en la zona de Mariquita; arracacha y granadilla en la zona de Cajamarca; en la zona de Ibagué se seleccionaron mora y tomate; en la zona de El Espinal los productos priorizados fueron mango y papaya y; finalmente, limón y cachaco en la zona de Natagaima.

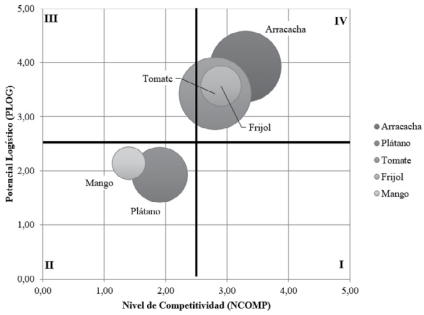
Figura 1.3. Matriz de priorización de productos en las diferentes zonas analizadas



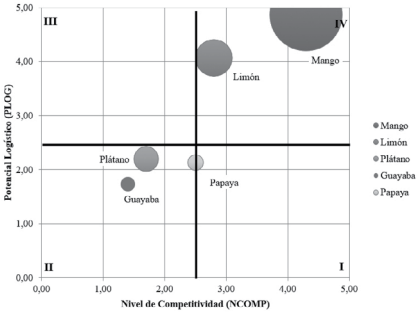
a) Nodo Mariquita



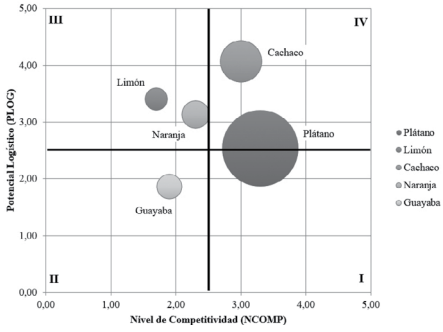
b) Nodo Ibagué



c) Nodo Cajamarca



d) El Espinal



e) Nodo Natagaima

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Referencias

Corporación Colombia Internacional. (2014). *Base agrícola nacional 2007-2012.* Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana Internacional.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2011). *Metodología cuentas departamentales: Base 2005. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.* Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Echeverry-Navarro, E. (2001). Producción de hoja de plátano soasada, con destino a la agroindustria de alimentos procesados. *INFOMUSA La Revista Internacional sobre el Plátano*, *10* (1), 9-12.

Gobernación del Tolima. (2011). *Tolima en cifras 2011*. Ibagué, Colombia: Gobernación del Tolima.

Hartwich, F., & Tola, J. (2007). Public-private partnerships for agricultural innovation: Concepts and experiences from 124 cases in Latin America. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 6* (2), 240-255.

Kendall, M. (1955). *Rank Correlation Methods.* New York, EE.UU.: Hafner Publishing Co.

Lima, S., Gomes de Castro, A., Mengo, O., Medina, M., Maestrey, A., Trujillo, V., & Otros. (2001). La dimensión de entorno en la construcción de sostenibilidad institucional. *Agroalimentaria*, *7* (14), 115-116.

Linstone, H., & Turoff, M. (2002). The Delphi Method. Techniques and Applications. New Jersey EE.UU.: Murray Turoff and Harold A. Linstone.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Colombia; Corporación Colombia Internacional; Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2010). *Oferta agropecuaria: Cifras 2010*. Bogotá, Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Moctezuma, G., Jolapa, J., Perez, M., Gonzalez, A., Moreno, F., & Perez, R. (2013). Hierarchization of forest chains in the face of the vulnerability to climate change in the state of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *5* (21), 8-23.

Rey, J., Trujillo, V., Sánchez, A., Mazzani, E., Carreño, F., Salazar, R., & González, J. (1999). *Evaluación del contexto institucional para definir el rol de los INIAs en la investigación y gestión de los recursos naturales.* Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR). La Haya: ISNAR.

Romesburg, C. (2004). Cluster analysis for researchers. North Carolina, EE.UU.: LULU PRESS.

Velásquez, F., Plaza, J., Gutiérrez, B., Pulido, J., Rodríguez, G., Romero, M., & Carranza, J. (1999). *Método de planificación del desarrollo tecnológico en cadenas agroindustriales que integra principios de sostenibilidad y competitividad.* Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR). La Haya: ISNAR.

2. Metodología para planificar el mejoramiento logístico en agrocadenas

Helga Patricia Bermeo-Andrade, Nelson Javier Tovar Perilla, Yanneth Bohórquez Pérez, Claudia Patricia Valenzuela Leal, Luis Felipe Lozada Valencia, Jose Fidel Torres Delgado

La problemática

Cuando hay disponibilidad de recursos públicos para apoyar el desarrollo productivo y competitivo de un determinado sector de la economía de la región, una de las preocupaciones que surge en el desarrollo de proyectos de intervención pública, es ¿cómo asignar los recursos públicos disponibles —usualmente escasos—, para lograr el mayor beneficio posible? No obstante, la toma de decisiones en este sentido no es fácil, toda vez que, ante las variadas necesidades de un determinado sector económico, si no hay la debida orientación, estos proyectos podrían no lograr el impacto esperado (Vergara, Fontalvo & Maza, 2011).

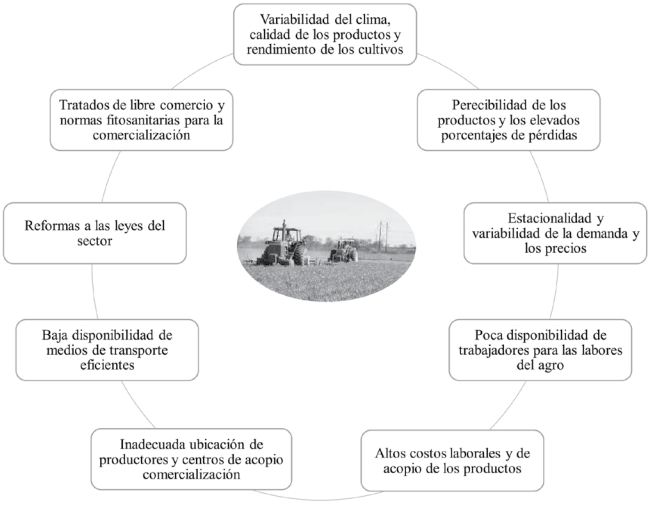
A este dilema se vio enfrentado el equipo académico ejecutor del Convenio 1032-2013, proyecto que contó con la financiación del fondo de Ciencia y Tecnología del Sistema General de Regalías de la Nación, y que se aprobó para apoyar al sector hortofrutícola de la región mediante la incorporación de tecnologías y conocimientos propios del campo de conocimiento de la gestión logística y de cadenas de suministro, para su actualización y mejora en términos de productividad y competitividad.

Ante las variadas necesidades, zonas de intervención y agrocadenas conformando el sector hortofrutícola del Tolima, hubo la necesidad de establecer una metodología para la priorización de las problemáticas encontradas, así como una metodología para canalizar las mejoras y la articulación con los diferentes actores, públicos y privados, que podrían formar parte de la solución.

El marco de trabajo

El acelerado cambio en la dinámica, organización y exigencias del mercado, así como las variaciones en los patrones de consumo, explicados en parte por el continuo desarrollo de nuevas tecnologías, la globalización de los mercados, el crecimiento acelerado de la población, entre otros factores, han obligado a las organizaciones a diseñar e implementar estrategias que les permita diferenciarse frente a la competencia (Zimmerer, Scarborogh & Wilson, 2008). Trabajar de manera coordinada entre los diferentes actores en la cadena de suministro, es una de las estrategias que han implementado las organizaciones para incrementar la productividad y así mejorar su posición competitiva en el mercado (Ballou, 2004). La efectiva gestión de cadenas de suministro implica el empleo de métodos y herramientas que faciliten la identificación de puntos críticos por intervenir en los diferentes eslabones que las componen, los cuales causan de limitaciones de capacidad, pérdida de calidad, incremento en costos y disminución del nivel de servicio que conduce a una baja rentabilidad del negocio. Dada la complejidad y problemáticas presentes en el sector agrícola y agroindustrial (Figura 2.1), el proceso de toma de decisiones de las empresas vinculadas a este sector se torna muy variado.

Figura 2.1. Problemáticas del sector agrícola y agroindustrial



Fuente: (Vianchá, 2014)

Referentes metodológicos

En la literatura se encuentran diversas técnicas en los campos de la Investigación de Operaciones (IO) y Administración de Operaciones (AO) que se han utilizado tanto para el diseño de estrategias como para la priorización de las mismas. Estas técnicas tienen entre sus objetivos fundamentales minimizar o controlar el riesgo asociado a la toma de decisiones, para asegurar el éxito a la hora de implementar las estrategias diseñadas. Entre las técnicas mencionadas se destacan: las técnicas multicriterio, como el proceso analítico jerárquico o de redes, el análisis matricial, entre otros; la optimización matemática; el análisis envolvente de datos; la simulación discreta o dinámica; y el despliegue de la función calidad (QFD, Quality Function Deployment por sus siglas en inglés).

Las técnicas anteriores han sido aplicadas con éxito para el análisis y mejoramiento de variados aspectos concernientes al sector agrícola. En el trabajo realizado por Soto-Silva y otros, orientado a establecer el estado del arte de la aplicación de modelos de IO para el análisis y mejoramiento de las cadenas de suministro de frutas frescas, se determinó que los niveles de decisión donde más se ha trabajado han sido el táctico y operativo, así mismo los modelos de IO que más se han utilizado en su orden son: programación lineal entera y entera mixta, modelos híbridos, modelos de simulación, programación lineal multi-objetivo, programación dinámica, algoritmos heurísticos y metaheurísticas, programación no lineal, y optimización estocástica; en lo correspondiente con las áreas de la cadena de suministro, los autores encontraron que donde más se ha trabajado son la producción, cosecha y distribución (Soto-Silva *et al.,* 2016). Una de estas aplicaciones es la realizada por Gómez y otros, quienes desarrollaron una metodología para evaluar el grado de aversión al riesgo de los agricultores a partir de un modelo de programación matemática multicriterio basados en la teoría de la utilidad multi-atributo (Gómez-Limón, Arriaza & Riesgo, 2003).

Una de las decisiones que más se han trabajado por su importancia estratégica en las cadenas de abastecimiento son las decisiones de localización de instalaciones. En este sentido, García y otros recurrieron a la herramienta del Proceso Analítico Jerárquico para determinar la localización del punto de almacenamiento adecuado de un producto agrícola en México, en este trabajo se determinó que las condiciones de acceso al área de cultivo, los costos de producción y transporte, la seguridad de la región, la aceptación local de la

empresa y las necesidades de la compañía son los principales criterios para la localización (García *et al.,* 2014). Por su parte, Duarte y otros desarrollaron una metodología que combinó el uso de métodos de expertos y la programación – meta para realizar el proceso de ponderación de factores para determinar la localización de instalaciones en el sector de biocombustibles en Colombia (Duarte, Sarache & Matallana, 2013). Finalmente, (Kumar & Nigmatullin, 2011) estudiaron el comportamiento y las relaciones dentro de una cadena de suministro de un producto no perecedero, con el fin de determinar el impacto de la variabilidad de la demanda y del tiempo de suministro en el rendimiento de la cadena a través del modelamiento matemático bajo un enfoque de dinámica de sistemas.

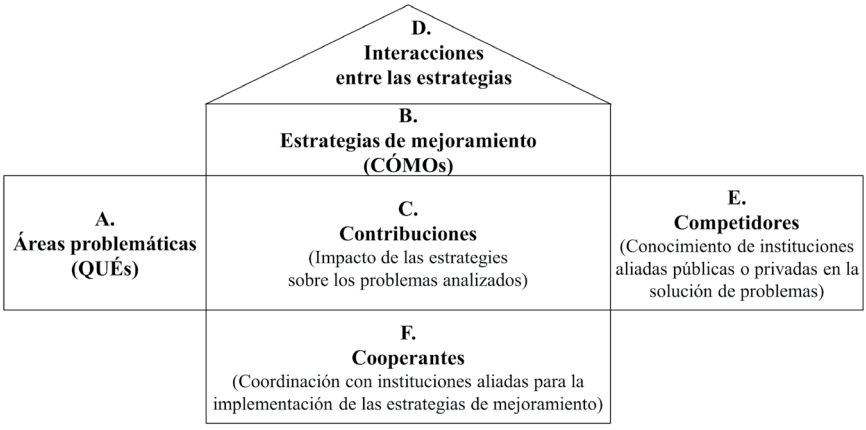
Por su parte, la técnica QFD es un modelo gráfico que permite hacer análisis cruzado entre las demandas de los clientes (qués) y las ofertas de los proveedores (cómos), para establecer prioridades de acción internas y oportunidad de referencia con competidores externos (Deros *et al.,* 2009; Humin, Kwong & Luo, 2016). Desde su origen como técnica aplicada en la calidad para el desarrollo de productos y servicios, el QFD ha sido adaptada con éxito en áreas como la salud, educación, agricultura, industria, construcción, entre otros, y enfocada en diversos temas como la planeación, selección y mejoramiento de procesos, operaciones, insumos, etc. (Lee & Yun, 2014; Kumar *et al*., 2015; Wang, 2014; Mukaddes, Bagum & Islam, 2012; Yang, Huang & Ke, 2012).

El QFD se ha utilizado en diversos estudios orientados al análisis estratégico y optimización de agrocadenas. Por ejemplo, se ha propuesto como marco de referencia para el análisis de la función de sostenibilidad en agrocadenas (Zhang & Awasthi, 2014), para la priorización de requerimientos logísticos con aplicación en la industria láctea (Ayag, 2004), para alinear la estrategia competitiva con la estrategia de la cadena de suministro de una organización (Durga, Venkata & Naraya, 2012), para la integración de los principios de justo a tiempo y manufactura esbelta en una cadena de suministro de alimentos (Zarei, Fakhrzad, Jamali & Paghaleh, 2011), así como para el análisis de las relaciones entre las estrategias de cadenas de suministro (Prasad, Subbaiah & Rao, 2014) y el análisis y selección de proveedores, (Bhattacharya, Geraghty & Young, 2010).

Herramienta de priorización propuesta

La metodología desarrollada en el Convenio 1032-2013, acoge los fundamentos conceptuales del QFD y los adapta al Despliegue de la Función Logística (LFD, Logistics Function Deployment por sus siglas en inglés). La LFD es un nuevo método aplicado para priorizar y coordinar estrategias logísticas en pro de mejorar la competitividad de las agrocadenas. Como se muestra en la Figura 2.2, la LFD se compone, al igual que su homóloga QFD, de seis secciones: En la Sección A se muestran las áreas problemáticas (QUËs) que requieren ser mejoradas; la Sección B presenta las estrategias de mejora diseñadas (CÓMOs); en la Sección C se encuentra la evaluación del impacto de las estrategias de mejora para mitigar los problemas encontrados; las interacciones entre las estrategias de mejora (análisis de conflictos y sinergias) se muestran en la Sección D; la Sección E presenta un análisis de los competidores o entidades que atienden las mismas problemáticas; y finalmente, la Sección F muestra las entidades cooperantes que podrían ser aliados en la implementación de las estrategias de mejora.

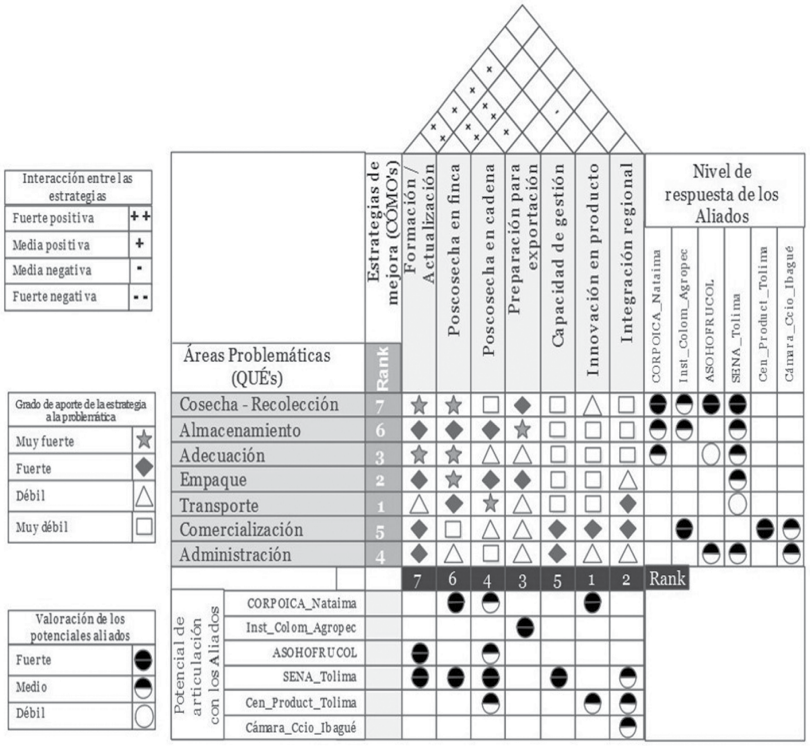
Figura 2.2. Marco conceptual del LFD



Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

A continuación, se detalla la forma en que cada una de las secciones anteriores se implementó en el desarrollo del Convenio 1032-2013; ellas se consolidan en la Figura 2.3.

Figura 2.3**.** Matriz LFD aplicada a la Cadena Hortofrutícola del Tolima



Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Sección A: Áreas Problemáticas (QUÉs). Para la identificación de las áreas problemáticas, se recurrió a la información resultante de la consulta en campo a productores, transportadores y comercializadores de diez (10) agrocadenas priorizadas (aguacate, plátano, arracacha, granadilla, mora, tomate, mango, papaya, limón y cachaco) en cinco de las zonas de mayor producción hortofrutícola del Tolima (Ibagué, Mariquita, Cajamarca, El

Espinal y Natagaima). Los problemas encontrados se clasificaron en siete áreas: recolección, almacenamiento, adecuación, empaque, transporte, comercialización y administración (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Matriz de problemáticas identificadas en poscosecha en el sector

Etapa	Problemáticas identificadas
Recolección	Errores en la labor de corte de producto
	Errores en el momento de cosecha (madurez y edad)
	Deficiencias en el uso de herramientas de apoyo cosecha
	Inadecuadas condiciones sanitarias
	Inadecuadas condiciones de almacenamiento temporal en zona de cultivo
Almacnamiento	Inexistencia de condiciones controladas de almacenamiento
	Condiciones ambientales adversas para conservar la calidad producto
	Presencia de plagas (roedores y hongos)
	Contaminación cruzada en almacenamiento (herramientas, insumos, productos)
	Deficiente infraestructura locativa (tamaño, tipo y materiales de construcción)
	Precarios elementos y recursos para el almacenamiento en la bodega
Adecuación	Errores en el proceso de clasificación de productos
	Selección inadecuada de productos
	Inadecuadas condiciones de presentación de los productos para comercialización
	Desconocimiento de requerimientos técnicos de productos en poscosecha
	Inadecuadas condiciones sanitarias en herramientas
	Deficiencia en el uso de herramientas para la adecuación de productos
Empaque	Sobre volumen de productos en empaque y embalaje
	Deficientes empaques
	Exceso de reempacado
	Inadecuadas condiciones sanitarias en empaques
	Reutilización de empaques

Etapa	Problemáticas identificadas
Transporte	Inadecuados medios de transporte
	Largas distancias a los centros de acopio y comercialización
	Deficiente y precaria infraestructura vial
	Precarias condiciones en las vías de salida de las fincas
	Inadecuadas condiciones sanitarias en los vehículos
	Contaminación cruzada en los medios de transporte
	Altos costos por fletes de transporte
Comercialización	Ineficiencias en el manejo de carga en los canales de distribución
	Alta intermediación en las cadenas productivas
	Problemas de asociación y colaboración entre productores
	Problemas de coordinación entre productores y comercializadores
	Estacionalidad de la oferta de productos
	Desbalance entre la oferta y la demanda
	Desconocimiento de la capacidad de oferta de la zona
	Comercialización con precios según temporada
	Inadecuadas condiciones sanitarias
Administración	Falta de visión empresarial de los productores
	Ausencia de alternativas de aprovechamiento agroindustrial de segundas y terceras
	Ausencia de sistemas para trazabilidad de productos
	Ausencia de registros de control de calidad y de producción
	Desconocimiento de las buenas prácticas de cosecha y poscosecha
	Desconocimiento de requerimientos de canales comerciales de alto valor

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Sección B: Estrategias de Mejoramiento (CÓMOs). Las estrategias de mejoramiento se consolidaron y agruparon, con base en los resultados de la matriz DOFA, en diez áreas estratégicas, a saber: i) Capacitación/actualización en buenas prácticas agrícolas, de manufactura y logísticas para la labor de poscosecha; ii) Mejoramiento de las condiciones de poscosecha intra-finca; iii) Mejoramiento de las condiciones de poscosecha extrafinca en centros de acopio; iv) Mejoramiento de las condiciones de poscosecha extrafinca en transformadores; v) Mejoramiento de las condiciones de poscosecha extrafinca en transportadores; vi) Mejoramiento de las condiciones de poscosecha

extrafinca en comercializadores; vii) Apoyo al proceso exportador para las agrocadenas con niveles de calidad y mercado favorables (limón, mango, aguacate y granadilla); viii) Mejoramiento de las habilidades para la gestión empresarial; ix) Activación de estudios de investigación y desarrollo para motivar la innovación en productos agroindustriales y; x) Desarrollo de un estudio para establecer las bases de un modelo de integración regional de la producción de frutas y hortalizas en el Tolima. Estas estrategias se dividieron en operativas e implementables a corto plazo y estratégicas y ejecutables a mediano o largo plazo.

Sección C: Contribuciones. En esta parte de la metodología se evaluó el impacto esperado de cada una de las estrategias planteadas (*cómos*) sobre cada uno de las problemáticas encontrados (*qués*), mediante la utilización del método de expertos. Esta fase se desarrolló en tres momentos: i) priorizaron de las áreas problemáticas; ii) priorización de las estrategias propuestas y; iii) evaluación del impacto previsible entre las estrategias diseñadas sobre los problemas encontrados, mediante la utilización de una escala de tres niveles: aporte bajo (1), medio (2) y alto (3).

Los resultados agregados de la evaluación se interpretaron por los cuartiles resultantes del rango de la medida obtenida, en cuatro niveles: (Q_4) muy fuerte, (Q_3) fuerte, (Q_2) débil y (Q_1) muy débil. En el proceso se reunieron a un total de 17 actores de la cadena, entre productores, líderes de asociaciones, instituciones de gobierno, académicos. A partir de la recopilación de la información obtenida, en la matriz se consolidaron y priorizaron las áreas problemáticas del subsector productivo (actividades de cosecha y recolección, almacenamiento y comercialización), así como las estrategias implementables para su mitigación (formación y actualización del recurso humano vinculado a la cadena, las mejoras ntrafinca y el fortalecimiento de la capacidad de gestión en las unidades productivas) (Figura 2.3).

Sección D: Interacciones entre las estrategias. En esta fase del proceso se identificaron los conflictos y complementariedades existentes entre las diferentes estrategias diseñadas al momento de su implementación, para este

fin se analizaron las interacciones directas e indirectas entre las diferentes estrategias de mejoramiento propuestas (Figura 2.3). En particular, para la Cadena Hortofrutícola del Tolima, existen relaciones muy fuertes y positivas entre las estrategias de mejoramiento al interior de las unidades productivas con la formación del recurso humano y el mejoramiento de las actividades poscosecha.

Por otro lado, se identificó una interacción media negativa entre las estrategias asociadas al proceso de exportación y la innovación de productos, esto se debe a que si las condiciones de poscosecha de estos productos mejoran, el mercado en fresco es más atractivo para los agricultores que el mercado como prima para la agroindustria; no obstante, en el desarrollo del proyecto se adelantaron interesantes desarrollos a partir de los subproductos de las frutas y hortalizas analizadas, así como también sobre los productos considerados de menor calidad (segundas y terceras).

Sección E: Competidores. En esta sección de la matriz se realizó la búsqueda de las entidades de carácter científico, tecnológico o de gestión, y de naturaleza pública, privada o mixta, que localmente atienden las mismas problemáticas identificadas en la sección A para identificar el rol que cada una de ellas presenta en el estudio y posible solución de las problemáticas abordadas (Tabla 2.2). En este proceso se calificó y simbolizó el aporte de cada entidad frente a las problemáticas como fuerte, medio o débil (Figura 2.3).

Sección F: Cooperantes. En esta sección se realiza una valoración de entidades que se consideran aliadas con el proyecto para la implementación de las estrategias propuestas en la sección B. El potencial de alianza de las entidades identificadas con el proyecto se evaluó como: fuerte, medio o débil. Como se observa en la Figura 2.3., el gran aliado en capacitación y mejoramiento intrafinca es el SENA Regional Tolima, mientras que Corpoica sería el gran aliado en las acciones de I+D para la innovación agroindustrial. De otro lado, en las labores de apoyo a la exportación y la comercialización en mercados de mayor valor agregado, los grandes aliados en la región son el ICA y el CPT.

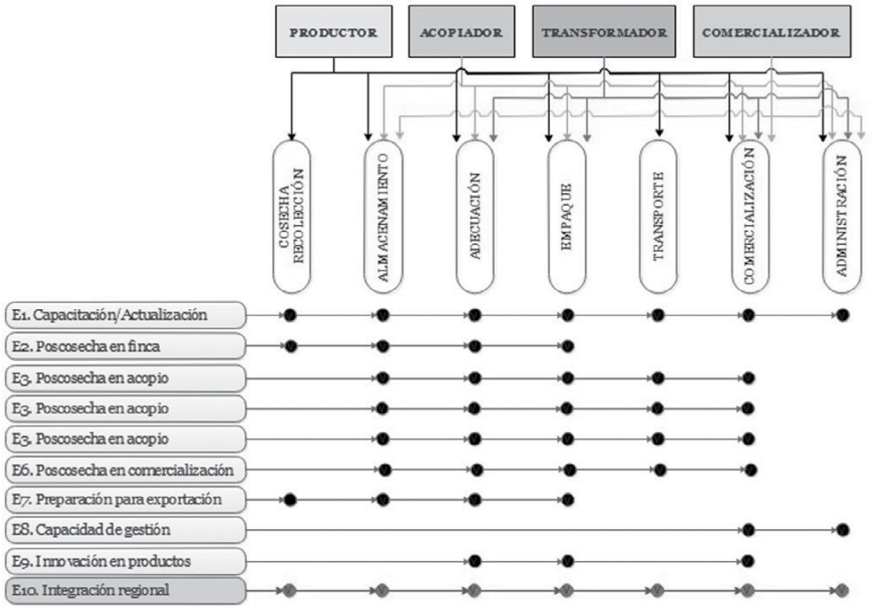
En la Figura 2.4 se consolida el modelo de intervención aplicado al sector hortofrutícola del Tolima, a partir de las estrategias priorizadas en las áreas identificadas de mayor criticidad desde el punto de vista logístico.

Tabla 2.2. Entidades potenciales competidoras/aliadas para la solución de las problemáticas

Entidad	Ámbito de **actuación**
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica	Centro mixto de investigación científica aplicada a las actividades agropecuarias a nivel nacional y local mediante el Centro Nataima
Instituto Colombiano Agropecuario – ICA	Centro mixto de gestión, asistencia técnica agrícola y certificación de predios
Asociación de productores de hortalizas y frutas de Colombia – Asohofrucol	Entidad mixta a nivel nacional enfocada en la gestión gremial y la asistencia técnica a los productores
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA	Entidad pública focalizada en educación técnica y tecnológica a nivel nacional y local mediante sus centros de Industria y Agropecuario (La Granja)
Centro de productividad del Tolima – CPT	Centro privado focalizado en apoyar el desarrollo tecnológico y la innovación en la región
Cámaras de Comercio	Entidades privadas dedicadas a la promoción empresarial de la región

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Figura 2.4. Modelo de intervención para el sector hortofrutícola del Tolima



Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

Referencias

Ayag, Z. (2004). An Intelligent Approach to Prioritize Logistics Requirements in Food Industry. International *Journal of Supply Chain Management*, *3* (4), 29-38.

Ballou. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro* (Vol. 1). México: Pearson Educación.

Bhattacharya, A., Geraghty, J., & Young, P. (2010). Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment. *Applied Soft Computing Journal*, *10* (4), 1013-1027.

Deros, B. M., Rahman, N., Rahman, M. N. A., Ismail, A. R., & Said, A. H. (2009). Application of quality function deployment to study critical service quality characteristics and performance measures. *European Journal of Scientific Research, 33* (3), 398-410.

Duarte, A., Sarache, W., & Matallana, L. (2013). Incident factors in facility location: An application in the Colombian biofuel sector. *Ingeniería e Investigación, 33* (3), 72-75.

Durga, K. G., Venkata, K., & Naraya, K. (2012). Aligning the competitive strategy with supply chain strategy through QFD. *Journal of Advances in Management Research*, *9* (2), 189-198.

García, J., Alvarado, A., Blanco, J., Jiménez, E., Maldonado, A., & Cortés, G. (2014). Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process. *Computers and Electronics in Agriculture*, *100*, 60-69.

Gómez-Limón, J., Arriaza, M., & Riesgo, L. (2003). An MCDM analysis of agricultural risk aversion. *European Journal of Operational Research, 151* (3), 569–585.

Humin, J., Kwong, C. K., & Luo, X. G. (2016). Intelligent quality function deployment. En Kahraman, C., Yanik, S. Intelligent Decision Making in Quality Management. Switzerland, 327-362.

Kumar, S., & Nigmatullin, A. (2011). A system dynamics analysis of food supply chains – Case study with non-perishable products. *Simulation Modelling Practice and Theory*, *19* (10*)*, 2151–2168.

Kumar, A. A., Tewar, V. K., Maiti, J., & Nare, B. (2015). Design and selection of agricultural machinery using a quality function deployment technique. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, *17* (4), 91-99.

Lee, H. N., & Yun, E. K. (2014). A development and evaluation of nursing KMS using QFD in outpatient departments. *Journal of Korean Academy of Nursing*, *44* (1), 64-74.

Mukaddes, A. M., Bagum, N., & Islam, M. A. (2012). The application of quality function deployment to improve the teaching techniques in higher education. *International Journal of Industrial and Systems Engineering, 11* (1-2), 97-109.

Prasad, K. G. D., Subbaiah, K. V., & Rao, K. N. (2014). Supply chain design through QFD-based optimization. *Journal of Manufacturing Technology Management, 25* (5), 712–733.

Soto-Silva, W., Nadal-Roig, E., González-Araya, M., & Pla-Aragones, L. (2016). Operational research models applied to the fresh fruit supply chain. *European Journal of Operational Research, 251* (2), 345-355.

Vergara, J., Fontalvo, T., & Maza, F. (2011). Análisis de las cadenas productivas hortofrutícola del sur de Bolívar: un análisis bajo el enfoque de la simulación prospectiva. *Prospect, 9* (1), 30-37.

Vianchá, Z. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y Desarrollo, 32* (1), 138-154.

Wang, A. (2014). Application of QFD in the design stage of Comfortable Housing Project. *Applied Mechanics and Materials*, Vols. *584-586*, pp 2427-2431.

Yang, C. L., Huang, R. H., & Ke, W. C. (2012). Applying QFD to build green manufacturing system. *Production Planning and Control, 23* (2-3), 145-159.

Zarei, M., Fakhrzad, M. B., & Jamali-Paghaleh, M. (2011). Food supply chain leanness using a developed QFD model. *Journal of Food Engineering, 102* (1), 25–33.

Zhang, Z., & Awasthi, A. (2014). Modelling customer and technical requirements for sustainable supply chain planning. *International Journal of Production Research, 52* (17), 5131–5154.

Zimmerer, T. W., Scarborogh, N. M., & Wilson, D. (Ed.). (2008). *Essentials of Entrepreneurship and Small Business Management (5 Edth)*. New Jersey: Pearson Education.

3. Referentes teóricos para el estudio de agrocadenas

Omar Arley Arenas Quimbayo, Carlos Antonio Meisel Donoso,
Nelson Javier Tovar Perilla

Conceptos asociados a la logística y a las cadenas de suministro

El estudio de agrocadenas involucra la revisión y consulta de diversos conceptos y teorías propuestas en la literatura científica para su entendimiento, mejoramiento y optimización. Para el desarrollo del Convenio 1032-2013 se consultaron en particular conceptos y teorías asociadas a la logística y a la gestión de cadenas de suministro. El primer concepto por clarificar fue logística, el cual se define como esa parte del proceso de suministro que se encarga de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con estos, entre el punto de origen y punto de consumo, con el propósito de satisfacer de las necesidades de los clientes (CSCM, 2013; Zuluaga, Gómez & Fernández, 2014).

Tomando como base de partida esta definición, se concibe la logística como una función empresarial que planea las actividades desde el abastecimiento, pasando por actividades administrativas y operativas, hasta llegar a la distribución y posventa, permitiendo con ello un flujo efectivo de recursos, a la vez que busca la obtención de resultados positivos tanto para la compañía focal, como para los actores que se encuentran involucrados en una cadena productiva (Chopra & Meindl, 2008; Estampe, 2014). En este sentido, hay consenso en que el éxito empresarial depende de la habilidad de los gerentes para integrarse con sus clientes y proveedores en una red compleja de relaciones en un marco de administración efectiva de la cadena de suministros, lo cual será la clave para competir en un mundo globalizado e interconectado (Ballesteros & Ballesteros, 2004).

La cadena de suministro integra todas las operaciones, relaciones e interacciones llevadas a cabo en los procesos de negociación por las personas u organizaciones, en función de los desarrollos productivos indiferentemente de su clasificación comercial y del medio en que se lleven a cabo los procesos, a partir de los cuales se transforma la materia prima o se adecúan productos para su distribución y comercialización que permita satisfacer la demanda, esta integración debe permitir un resultado favorable y para cada uno de los actores participantes desde los procesos de abastecimiento hasta el consumo del producto (Pricewaterhousecoopers, 2009). En este sentido, se entiende que una cadena de suministro es una serie de actividades dentro de un flujo de operación, en la cual se añaden insumos a la materia prima, convirtiendo estos elementos en un producto final al cual se le ha agregado valor, en donde en el desarrollo de estas actividades se presenta la interacción con clientes y proveedores (Ballou, 2004).

En un sentido más amplio, también se entiende la CS como una asociación de consumidores y proveedores, que comparten objetivos, necesidades e intereses similares o complementarios, adquieren, transforman, diseñan, desarrollan, distribuyen y venden bienes o servicios entre ellos mismos, en ella se presentan beneficios para cada uno de los asociados en la interacción y obtención del producto final (National Research Council Staff, 2004).

Actualmente, la gestión de la cadena de suministro (GCS) dentro de las organizaciones se desarrolla como una operación estratégica a través de la cual se busca una relación óptima y competitiva con los clientes y proveedores. Algunos autores afirman que la gestión de la cadena de abastecimiento (o de suministro) es la integración de los procesos desde los proveedores hasta el usuario final ofreciéndole productos, servicios e información que agregan valor (Tracey & Smith-Doerflein, 2001).

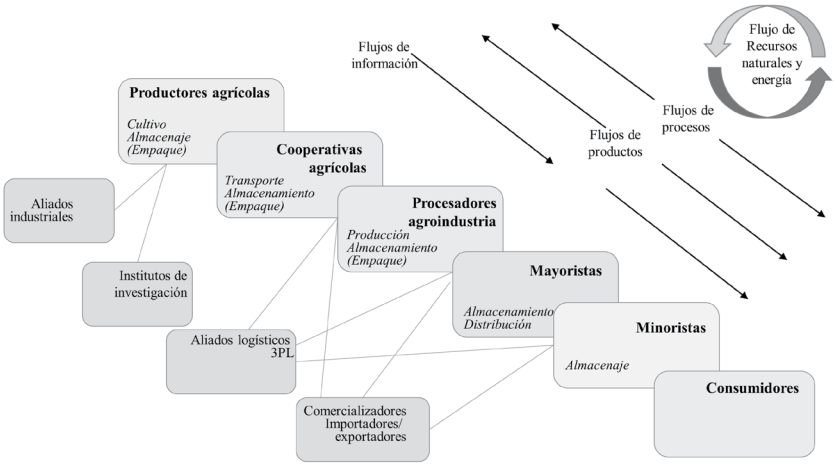
Por su parte, Mentzer (2000) define la cadena de abastecimiento como el conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) directamente involucradas en los flujos descendentes y ascendentes de productos, servicios, finanzas e información desde la fuente primaria de producción hasta el cliente final.

En el ámbito empresarial la cadena de abastecimiento ha adquirido un mayor énfasis e importancia. Ballou (2004) observó que esta área absorbe entre un 60 % y un 80 % del valor de ventas de la empresa, por tanto, se convierte en parte fundamental al desarrollar e implementar una estrategia que permita obtener una ventaja competitiva (Christopher, 1998 citado en Giménez & Ventura, 2005). La literatura ha sido clara en proponer la importancia de la gestión de la cadena de abastecimiento para asegurar una ventaja competitiva en los procesos, que en última instancia mejoran el desempeño de la organización (Hunt & Davis, 2008). Michael Porter (1980), desde su aproximación académica al tema, introdujo el concepto de cadena de valor, como una secuencia de actividades de la empresa para satisfacer a los clientes; así mismo plantea que se generarán ventajas competitivas si se conoce la propia cadena de valor y la de competidores, así como el entorno de la empresa.

Lambert y Cooper (2000) conciben la gestión de la cadena de abastecimientos como un medio para la creación de ventajas competitivas, debido a que esta se enfoca en la administración estratégica de las relaciones con proveedores y clientes claves. Afirman, a la vez, que es muy común observar a las organizaciones comprando a muchos de los mismos proveedores y vendiendo a los mismos clientes; así las organizaciones que ganan más, a menudo son aquellas que mejor administran estos relacionamientos. Chávez et al (2012) y Castell (2015) plantean que la cadena de valor puede insertarse en un sistema de valor que comprende a proveedores y a clientes.

La cadena de suministro agrícola abarca las etapas de abastecimiento de insumos y recursos, producción de los productos agrícolas, poscosecha, almacenamiento, procesamiento, comercialización y consumo bien sea de producto en fresco o procesado (Tsolakis, Keramydas, Toka & Iakovou, 2013) (Figura 3.1), además a estas etapas se incluyen el entorno político y geográfico, que implican ciertos requerimientos de coordinación y cumplimiento de normatividad de distintas organizaciones e instituciones para un flujo adecuado de los productos (Jaffee, Siegel & Andrews, 2008; Iakovou, Vlachos, Achillas & Anastasiadis, 2014; Shashi, Singh & Shabani, 2016).

Figura 3.1. Modelo conceptual de una agrocadena de suministro



Fuente: Tsolakis, Keramydas, Toka, & Iakovou (2013)

Para Jafee, Siegel & Andrews (2008) los tres flujos principales que acompañan las cadenas de suministro son:

- Flujo de productos físicos, en el que se realizan los movimientos físicos de los productos de los proveedores de insumos a los productores, y de los productos de los productores a sus clientes hasta el consumidor final.
- Flujo financiero, en el que se establecen las condiciones de crédito para préstamos, programas financieros, acuerdos de pago, reembolsos, seguros y ahorros.
- Flujo de información, en el que se coordinan las acciones del flujo físico y financiero a lo largo de la cadena.

En el mismo sentido, el autor plantea que la estandarización y coordinación de estos flujos en las cadenas de suministro contribuyen al desarrollo de los países en la obtención de acceso a nuevos mercados y en la transferencia tecnológica requerida para el fortalecimiento de las operaciones,

desde la producción agrícola hasta su comercialización y consumo. Sin embargo, para analizar el impacto del acceso a nuevos mercados y la trasferencia tecnológica en los estándares de calidad y seguridad alimentaria, se requiere de la unión y coordinación de los productores y los demás actores de la cadena con los consumidores, de tal forma que se permita evaluar el flujo de la obtención de productos que cumplan con las características requeridas por el mercado y el consumidor (Matopoulos, Vlachopoulou & Manthou, 2007; Trienekens, 2007; Manzini & Accorsi, 2013).

Enfoques teóricos para la mejora de la operación logística y las cadenas de suministro

Para la gestión de la efectiva operación logística y el mejoramiento continuo de las CS, considerando las condiciones de entorno y las dinámicas de operación que le son implícitas a su configuración, es de gran importancia el análisis de los modelos teóricos como el justo a tiempo, la manufactura esbelta, la gestión de las cadenas de suministro y el modelo de referencia de buenas prácticas logísticas. A continuación, se presentan los enfoques teóricos que sirvieron de referencia para el desarrollo del Proyecto Convenio 1032-2013.

Modelo de Gestión de la Cadena de Suministro (SCM)

El Modelo de Cadenas de Suministro se entiende como la unión de todas las empresas que participan en producción, distribución, manipulación, almacenaje, y comercialización. Por tanto, es un modelo que conduce a la coordinación sistemática y estratégica de las funciones del negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa entre las diferentes empresas de una cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempeño en el largo plazo tanto de las empresas individualmente como de toda la cadena de suministro (Bowersox, 2007; Chase, 2014; Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), 2013; Schroeder, 2011). En definitiva, es la estrategia a través de la cual se gestionan actividades y las empresas de la cadena de suministro (Los Santos, 2012).

Actualmente, las cadenas de suministro desarrolladas en el marco logístico permiten la construcción de estrategias empresariales desde los

distintos enfoques administrativos orientados a las metas organizacionales, en la cual se crea la necesidad de incentivar una cultura inter-organizacional que conlleve la acción y reacción conjunta y coordinada, para dar respuesta a los requerimientos y del mercado y la dinámica de las cadenas de suministro en el entorno en el que se desenvuelven (Pardillo Baez & Gómez Acosta, 2013).

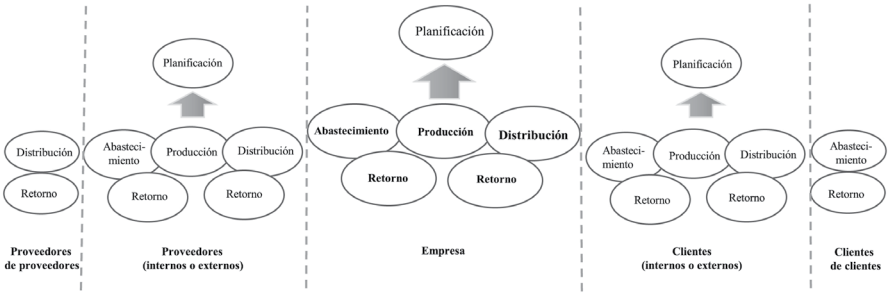
La gestión de las cadenas debe estar en la capacidad de atender todas las exigencias del entorno, y de los productos que se distribuyen a lo largo de ella para garantizar su conservación y calidad. De la efectividad de las operaciones en la cadena dependerá el éxito organizacional, a partir de la cual se determinarán los costos y los tiempos de respuesta; por consiguiente, la estructuración de una cadena de suministro capacitada permitirá la superación de los limites competitivos (Mangan, Lalwani & Butcher, 2008).

Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro

El modelo SCOR fue desarrollado en 1996 por el Consejo de la Cadena de Suministro (SCC, Supply-Chain Council, por sus siglas en inglés), una corporación independiente sin fines de lucro, como una herramienta estándar para representar, diagnosticar, analizar y configurar la gestión de las cadenas de suministro (Bohorquez & Puello, 2013; CSCMP, 2013; Poluha, 2007; Schroeder, 2011).

Dado que el modelo SCOR utiliza Componentes Básicos de Proceso (Process Building Blocks) para describir la CS, este puede emplearse para representar cadenas de suministro muy simples o muy complejas usando un conjunto común de definiciones. El modelo está organizado alrededor de los cinco procesos principals de gestión: Planificación (Plan), Aprovisionamiento (Source), Manufactura (Make), Distribución (Deliver) y Devolución (Return) (Figura 3.2).

Figura 3.2. Procesos del modelo *SCOR*



Fuente: SCC (2013)

El modelo SCOR propone un conjunto de buenas prácticas que abarcan diversas áreas (Tabla 3.1), desde las interacciones con los clientes (desde la entrada de órdenes hasta el pago de las facturas), las transacciones físicas de materiales (desde los proveedores de los proveedores —*suppliers*— hasta los clientes de los clientes —*customers*—, incluyendo equipos, suministros, repuestos, productos a granel, software, etc.) y las interacciones con el mercado (desde la demanda agregada hasta el cumplimiento de cada orden). El modelo no abarca, pero presupone, la existencia de las actividades de recursos humanos, capacitación, sistemas, administración administración y aseguramiento de la calidad, entre otras (Calderon & Lario, 2005).

Tabla 3.1. Buenas prácticas logísticas definidas por el modelo SCOR

Procesos	Buenas prácticas recomendadas
Planeación	• Entendimiento de las funciones y su impacto sobre la cadena de suministro • Monitoreo de la demanda y respuesta con planes de producción y suministro • Visibilidad en línea de todos los requerimientos y recursos de la demanda • Planificación de ventas y operaciones (S&OP) • Sistema de gestión ambiental (EMS por sus siglas en inglés) • Todos los participantes de la CS tienen visibilidad del plan de demanda/oferta • Medir los impactos ambientales • Colaboración entre el equipo de estrategia de operaciones • Planeación anticipada del sistema de la cadena de suministro • Gestión de relaciones con clientes (CRM) • Planeación de la demanda • Inteligencia de negocios (BI)
Abastecimiento	• Seleccionar proveedores con sistemas activos de EMS • Agrupar las entregas • Notificaciones de envió para sincronización entre abastecimiento y fabricación • Inventario gestionado por el vendedor (VMI) • El proveedor entrega directamente al punto de uso del artículo • Se facilitar el reemplazo de productos defectuosos y se acuerda el transporte • Utilizar programas de certificación de proveedores • Supervisar el cumplimiento o conformidad del producto • Implementar programas de prevención de la contaminación • Utilizar vehículos de alta eficiencia • Capacidad de transferencia a la organización

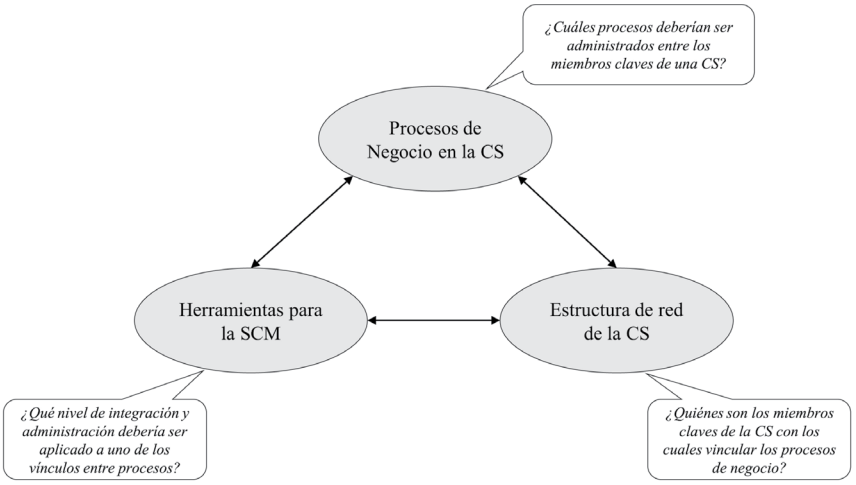
Procesos	Buenas prácticas recomendadas
Producción	• Planeación de la capacidad de carga del nivel de producción • Organización para mejorar la flexibilidad • Precisión en los planes de proceso • Manufactura esbelta • Capacidad adicional para el exceso de demanda • Retroalimentación en tiempo real de la información de producción • Producir productos que cumplen los requisitos del cliente • Contar con historial completo del lote • Programas de prevención de la contaminación y de gestión de resíduos • Técnicas de control de calidad en tiempo real • Planes de procesos con precisión y aprobación/especificaciones • Técnicas de Justo a tiempo en el flujo de la demanda • Fecha de empaque en la tienda/especificaciones • Recuperación de envases después de la instalación • Maximizar la carga de contenedores • Utilizar envases reciclables • Sistema de administración ambiental para la acumulación de residuos • Planes de prevención para problemas ocasionados por fuertes lluvias
Entrega	• Respuesta eficiente al consumidor (ECR), respuesta rápida • Pedidos por internet • Valor de fijación de precios basado en el costo de servicio • Programas de reabastecimiento continuo • Prioridad basada en reservas de inventario e importancia de los clientes • Seleccionar las compañías de transporte con buenos registros • Ruteo para minimizar el consumo de combustible • Seleccionar los transportistas de menor costo por envío • Recuperar envases después de la instalación

Fuente: Este estudio a partir de lo indicado por el SCC (2013)

Modelo Conceptual de Gestión de la Cadena de Suministros - Framework of SCM

El modelo Conceptual de la Cadena de Suministros (Conceptual Framework of Supply Chain Management por sus siglas en inglés) describe tres decisiones claves y tres elementos que necesitan ser diseñados, implementados y gestionados de forma exitosa en una cadena de suministros (Lambert & Cooper, 2000) (Figura 3.3).

Figura 3.3. Modelo Conceptual de Gestión de una Cadena de Suministros



Fuente: Lambert & Cooper (2000)

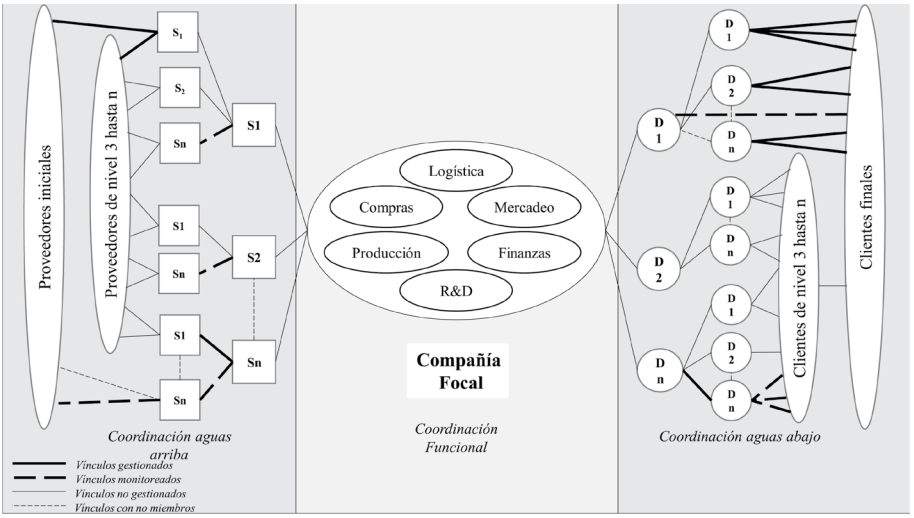
La primera decisión consiste en identificar los miembros claves de una cadena de suministros, con quienes vincular los procesos clave de negocio. La segunda decisión se enfoca en determinar cu**á**les procesos necesitan ser integrados y gestionados con cada uno de los miembros clave de una cadena de suministro. Se resalta que los ocho procesos claves identificados en este modelo deben ser est**á**ndar para todas las organizaciones, además deben estar integrados a las áreas y silos funcionales de una organización y a lo largo de toda la cadena productiva. Finalmente, la tercera decisión busca determinar el nivel correcto de integración y coordinación que ser**á** aplicado a cada uno de los vínculos de los procesos claves de negocio.

La estructura del modelo conceptual de la cadena de suministros se basa en tres elementos altamente interrelacionados entre si: La estructura de red de la cadena de suministros, los procesos clave de negocios y las herramientas ingenieriles o componentes a aplicar a cada uno de procesos claves de negocios identificados. El primer elemento descrito por Lambert & Cooper (2000), resalta la importancia de tener un conocimiento explícito acerca de la estructura de red de una cadena de suministros. Para esto sugieren tres aspectos por considerar: La identificación de los miembros (clave y de soporte) de una cadena de suministros; la caracterización de las dimensiones estructurales de la red, en términos de sus estructura horizontal (número de eslabones de la red), la estructura vertical (número de clientes/proveedores en cada eslabón), y la posición horizontal de la empresa focal dentro de la cadena de suministros (ya sea cerca de los proveedores, cerca de los clientes, o en algún lugar entre el punto de origen y el punto de finalización de la cadena de suministros; y los diferentes vínculos de procesos que existen en la cadena de suministros).

Los vinculos en una CS pueden ser: vínculos de procesos gestionados, vínculos de procesos monitoreados, vínculos de procesos no gestionados y vínculos de procesos con no-miembros. Los primeros vínculos coresponden a procesos tales que, la empresa focal considera de importancia estratégica y por tanto es importante que sean administrados y monitoreados. Los vínculos de proceso monitoreados no son tan críticos para la compañía focal y por tanto solamente se interesa en monitorer y hacer seguimiento a cómo estos vínculos están siendo administrados e integrados por otras compañías miembros de su cadena productiva.

De otro lado, los vínculos de procesos no administrados, no son lo suficientemente críticos como para que la empresa focal dedique recursos a su monitoreo y por tanto confía plenamente en cómo estos vínculos están siendo administrados en su cadena de suministros. Finalmente, se identifican los vínculos de procesos de empresas pertenecientes a la cadena de suministros de una empresa focal, con no miembros de la cadena de suministros en estudio, en la cual, la empresa focal reconoce que su cadena de suminisitros es influida por decisiones que se toman en otras cadenas de suministros que a la vez están concetadas (ver Figura 3.4).

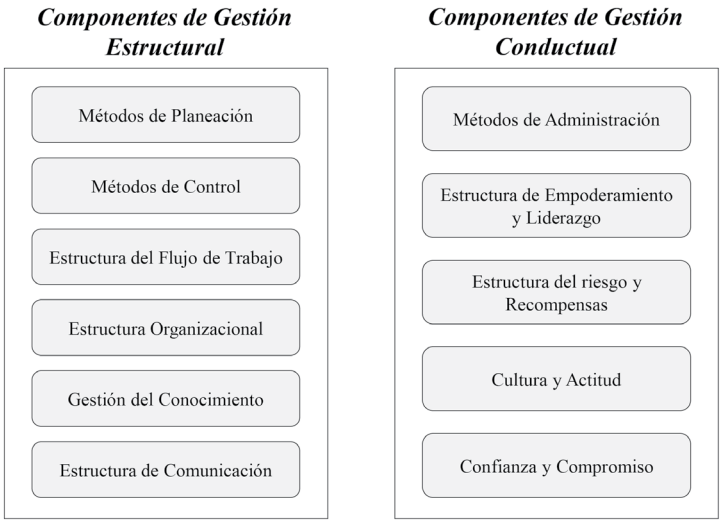
Figura 3.4. Estructura de Red de una Cadena de Suministros



Fuente: Lambert & Cooper (2000)

Otro de los elementos claves por tener en cuenta en la gestión de una cadena de suministros corresponde al nivel de integración y gestión de los vínculos entre los procesos de negocio como función del número y nivel de cada una de las herramientas ingenieriles utilizadas para su administración. Estos componentes fueron agrupados en dos categorias: Componentes de gestión estructural y componentes de gestión conductual (ver Figura 3.5).

Figura 3.5. Componentes Ingenieriles para la Gestión de Cadenas de Suministro



Fuente: Lambert & Cooper (2000)

Avances en el estudio de cadenas de suministro

El estudio de las Cadenas de Suministro (CS) aplicado a sectores productivos es de interés para la comunidad científica en general, dado a los múltiples estudios que se han llevado a cabo para el fortalecimiento de las mismas. A continuación, se referencian algunos de los aportes desarrollados para el contexto Latinoamericano, para luego detallar el caso colombiano.

En Latinoamérica, entre los análisis recientes que se reportan se destacan: el estudio de las CS en Uruguay realizado por Jurburg & Tanco en 2012, a través del cual se enfatiza la gerencia con todas las operaciones involucradas en los procesos de la cadena de suministros, como su diseño, mantenimiento, información, logística, y producción. En particular, se evidenció la necesidad de contar con una metodología que fuera capaz de evaluar la situación de las cadenas y brindar herramientas para el correcto diagnóstico de sus operaciones, en en el que se definió el modelo SCOR®, con el fin de brindar un marco único que integre los procesos de las empresas, sus métricas, las mejores prácticas y la tecnología, dentro de una estructura que permita apoyar y fomentar las comunicaciones a lo largo de todos los integrantes de la CS.

Otro estudio abordado para el análisis de Cadenas de Suministro hortofrutícolas se llevó a cabo en Cuba a cargo de Acevedo-Suárez, Gómez-Acosta & López-Joy (2012), y tuvo por objetivo analizar la estructura y funcionamiento de la red alimentaria hortofrutícola en dicho país. La investigación abordó la identificación de eslabones y actores de esta cadena, la evaluación de la red de valor con modelos de referencia logística y un análisis causa-efecto de los problemas de esa red. Los resultados del estudio permitieron la formulación de estrategias de mejoramiento a las problemáticas identificadas.

En el Perú, el análisis de las cadenas de los espárragos desarrollado por O'Brien & Díaz-Rodríguez (2004), se enfocó en el análisis de las problemáticas relacionadas con el comercio exterior, a causa de las irregularidades en el abastecimiento, flujos de productos en las áreas de producción a los diferentes centros de procesamiento, consumo e infraestructura, además la red de vías de comunicación, los medios de transporte y las instalaciones de procesamiento y comercialización (centros de acopio, plantas de procesamiento, cadena de frío, puertos y aeropuertos). Una de las soluciones a esta serie de problemas fue orientada al establecimiento de los mecanismos de cooperación, incentivados por el Gobierno y la iniciativa privada; a razón de esto se conformaron dos organizaciones (el Instituto Peruano del Espárrago y Frío Aéreo Asociación Civil), que actualmente facilitan la unión de los esfuerzos de los productores y exportadores con las instituciones públicas y contribuyen a las negociaciones entre los gremios.

En el caso de Paraguay, el estudio adelantado para la agrocadena de bananos de San Pedro (Fretes, & Martinez, 2011), plantea que es posible organizar los canales de comercialización, con el fin de hacer más sostenible y competitivo el mercado nacional e internacional. Para ello se requiere organizar al pequeño y mediano productor, con el fin de enfrentar y regular la participación de los intermediarios en los mercados; desarrollar sistemas de inteligencia de mercado con la información actualizada sobre las dinámicas comerciales, productivas y legales de los países importadores y exportadores; finalmente, definir estrategias conjuntas entre el sector público y privado, para que las organizaciones de la cadena intervengan directamente los mercados con productos de calidad.

En Ecuador, un estudio de la cadena de valor agroalimentaria del banano, se llevó a cabo para caracterizar y describir esta cadena de valor agroalimentaria. El estudio arrojó la necesidad de realizar una planificación adecuada de los procesos a lo largo de toda la cadena; como primera medida se deben determinar los objetivos de las empresas que conforman la cadena, para posteriormente proceder a alinearlos y poder tomar decisiones que ayuden a un mejor funcionamiento y seguimiento de resultados en cuanto al nivel de servicio ofrecido al cliente, costos logísticos y tiempos de entrega. El estudio arrojó que para la adecuada toma de decisiones se debe considerar la estructura de la red (ubicación de cada empresa), los componentes del proceso y los indicadores clave del funcionamiento (Arteaga Medina, 2013).

Por otro lado, en Costa Rica se realizó el análisis de la cadena de la piña. Este estudio planteó como objetivo determinar las problemáticas con las que se enfrentan los pequeños productores de piña, mediante el análisis, diálogo y concertación con todos los actores de la cadena. El trabajo arrojó como resultado que se debía establecer y promover un marco de políticas integrales, tanto públicas (por parte del Gobierno) como privadas (al interior de las empresas) para fortalecer las capacidades productivas, institucionales y sociales; y así, aprovechar las excelentes condiciones naturales de la región. Por otro lado, en el estudio se notó la importancia de fortalecer la capacidad técnica, administrativa y gerencial de las asociaciones, como organizaciones líderes y estratégicas en el desarrollo de la agrocadena de la piña (Ministerio de Agricultura y Ganaderia, 2007).

A nivel nacional, se destacan los estudios del Ministerio de Agricultura & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA (2004) acerca de la competitividad de agrocadenas productivas en Colombia, 1991 y 2004. En estos estudios se tuvo como objetivo brindar un mayor conocimiento de la competitividad de las cadenas agroproductivas del país, a través de una serie de indicadores (productividad, eficiencia en el proceso productivo, precio laboral unitario, costos, precios, grado de inserción del mercado, entre otros), y se midió el nivel de competitividad a nivel de agrocadenas.

Los estudios trajeron consigo importantes mejoras, fundamentadas en la incorporación de tecnología, economías de escala, avances en valor agregado, centralización de capital y reducción de costos laborales. Estos

resultados permitieron una mayor presencia de los productos agroindustriales en el mercado interno, a través de procesos de diferenciación como son la marca, los bienes, ajustes de la demanda del consumidor y una mayor apertura exportadora al mercado mundial. Sin embargo, por el modo de inserción del mercado, se evidenció una mayor penetración de las importaciones de los bienes producidos por la agroindustria.

En la determinación y selección de un sector productivo en función de las potencialidades del territorio de las proyección de desarrollo, se realizó el estudio de la cadena productiva de cacao en el Ariari por el Ministerio de Comercio Industria y Turismo con el apoyo de la Unión Europea y la Universidad Nacional de Colombia (Castellanos et al, 2011), en el que a partir de la calificación de aspectos productivos de las diferentes cadenas productivas de la región, la percepción gubernamental y el registro estadístico de producción, se definió la cadena productiva del cacao propicio para el desarrollo y de gran impacto para la zona de estudio.

En el análisis de los productos perecederos campesinos, Reina & Adarme (2014) investigaron la operación logística de distribución de los municipios de Fuente de Oro (Meta) y Viotá (Cundinamarca) en el marco del proceso Mercados Campesinos, en los que se elaboró una caracterización de la cadena de suministro bajo el enfoque del modelo SCOR, y un diagnóstico de la operación logística en el que se incluyó un análisis de costos y determinación de restricciones de la operación. Además, se estableció la relación de la operación logística con la calidad de los alimentos y la huella de carbono. Los resultados de la investigación evidenciaron la presencia de una CS descentralizada con una estructura de distribución de envíos directos, costos logísticos del 26 % sobre ingresos, y problemas en la calidad por manejo poscosecha de los alimentos. Finalmente, se propone la implementación de una estrategia de coordinación de agentes, capacitación en manejo del producto y optimización de rutas de distribución, además de acompañamiento en el proceso productivo y organizacional a los productores.

García, Cáceres & Olaya (2006) en el estudio de caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café, resumen la evolución económica del sector cafetero que brindan claridad a los procesos logísticos presentes en las cadenas de valor y abastecimiento del café. La

síntesis de los esquemas nacionales y globales puede servir de base para futuros estudios en cualquier ámbito de decisión e implica la posibilidad de establecer políticas, estrategias, tácticas y posibilidades operativas para cualquier eslabón o proceso de la cadena. Una importante contribución de los resultados del estudio, es la concepción y la adecuación de la metodología de Stone usada para la caracterización de la cadena de abastecimiento.

En el desarrollo de la caracterización de la cadena de valor de la palma de aceite en Colombia (García *et al.,* 2013), se proporciona una descripción de la fase upstream de la cadena agroindustrial de la palma de aceite, en la que se evalúa la funcionalidad de las relaciones entre los actores de cada eslabón de la cadena de abastecimiento y de valor en Colombia, con el fin de contribuir en la eficiencia y eficacia del sector en el país.

Sarmiento Villabona (2009) desarrolló el análisis de la cadena del tabaco en Santander, a partir de un estudio endógeno de los principales actores que intervienen en la cadena, para determinar la importancia del capital humano, físico y de la innovación tecnológica; a partir de este análisis se analiza el sector desde su interior hacia el ámbito exterior, y se pueden identificar las condiciones con que cuenta el sector, y realizar la intervención pertinente para incursionar en una economía más competitiva en la que se desarrolla. Finalmente, se contempla la necesidad del redireccionamiento de las políticas del sector, que le brinden bienestar al productor y defina actores específicos a la cadena.

El estudio de la CS de la granadilla en el Huila (Parra, 2010), permitió fortalecer la articulación e institucionalización de los actores de la cadena productiva de esta fruta en la región surcolombiana. Durante el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto se abordaron: el modelo y desempeño de la CS, en términos de eficiencia, calidad y competitividad y el análisis del entorno organizacional e institucional en todo el proceso del encadenamiento productivo. Como aporte el estudio conllevó la creación de ciertas estrategias como la conformación del Consejo Nacional de Pasiflora, que será el encargado de generar los indicadores que valoran el cumplimiento, impacto, retos y nuevas mejoras en la competitividad y eficiencia, además de la conformación de comités regionales para la divulgación de resultados como punto importante en la apropiación del conocimiento generado a partir de las investigaciones.

La cadena del plátano analizada por la Superintendencia de Industria y Comercio (2013), se centra en el análisis de cada uno de los actores y componentes de la cadena productiva, y las operaciones efectuadas para el flujo del producto, y el comportamiento de la participación en el comercio exterior, a fin de detectar las barreras y prácticas contra la libre competencia que perjudica a los productores de plátano.

Tobasura & Ospina (2011) analizaron el desempeño en conjunto de los subsistemas productivos agrícolas, industriales y comerciales de la cadena productiva de la mora en Caldas. La caracterización de la cadena se llevó a cabo a partir de la recolección de información primaria que contempló entrevistas a productores y organizaciones que intervienen en el proceso, identificando los principales actores de cada uno de los eslabones que conforman la cadena, las relaciones contractuales junto al desempeño social, económico y ambiental. A partir de este análisis se examina la importancia de la dinámica de la relación entre los actores de cada eslabón de manera formalizada o legalización de sus relaciones comerciales, al igual que el apoyo del ente gubernamental. De modo similar, en la medida en que se articulan los actores de los eslabones, conllevará la minimización de impactos negativos, y la concentración de los beneficios, en la eliminación de procesos sin agregación de valor, en la integración del eslabón productivo con el transformador.

La prospectiva de la cadena productiva de mango, bajo el enfoque dinámico desarrollado en el departamento de Cundinamarca por Tribín Rivera & Forero Almanza (2014), mediante el análisis de la dinámica del sector y su comparación entre el mercado interno y externo, para determinar el escenario prospectivo para los productores de la provincia del Tequendama. A partir de este análisis se definieron propuestas de políticas para el mejoramiento de las condiciones de los productores, y su simulación a partir de la experiencia adquirida en el trabajo de campo en la recolección de información, y la colaboración de expertos participantes en el proyecto, que permita el análisis de sensibilidad en la simulación de diferentes escenarios, de acuerdo con las variables implícitas en la cadena de estudio.

El desarrollo del análisis de la cadena regional de piña del departamento de Casanare realizado por Olmos (2015), caracteriza la producción departamental y la comercialización a nivel nacional e internacional, y así

permite evidenciar las proyecciones del sector para la toma de decisiones, en conjunto con políticas gubernamentales y la participación de los productores y asociaciones de la piña.

Orjuela Orjuela, Castañeda, & Rivera (2015) realizaron la observación del desarrollo de la logística en la cadena de frutas, este estudio se estructuró en tres fases: la primera fase comprendió la selección de productos a partir de información primaria y secundaria; la segunda fase comprendió la identificación de los procesos y recursos logísticos y la selección de las variables logísticas por analizar, finalmente en la tercera fase se realizó el análisis y caracterización de las operaciones de abastecimiento de la cadena. Los resultados obtenidos evidenciaron un diagnóstico del estado actual de la logística de la cadena de abastecimiento agroindustrial frutícola en el país en los eslabones estudiados (productores, agroindustria, comercializadores mayoristas y minoristas).

Por otra parte, en el estudio de las CS en el sur de Bolivar adelantado por Vergara, Fontalvo & Maza (2011), analizaron las cadenas productivas bajo una óptica holística, en el que se dieron a conocer las ventajas de emplear la simulación prospectiva sobre las cadenas productivas agroindustriales, como una herramienta que complementaría el estudio y la evaluación de escenarios posibles, en aras de construir un futuro próspero de una zona. En una zona con alto potencial agrícola, la alternativa de incrementar la potencialidad de sus cadenas agroindustriales propone un camino por seguir en la idealización de un mejor futuro. Los resultados de la simulación indican que los escenarios que mayor impactan positivamente en las cadenas son el incremento en el rendimiento y la cantidad de las hectáreas cosechadas. El aumento en el número de hectáreas se conseguiría mediante la adquisición de nuevos terrenos o el aprovechamiento de áreas aptas para la siembra ya en mano de la población (Vergara *et al.,* 2011).

El estudio efectuado por Flórez, Marín, & Zapata (2009), se enfoca en el análisis de las prácticas de cosecha y poscosecha de la papaya en el departamento del Huila. Este estudio desarrolló una investigación exploratoria en la que se caracterizaron los eslabones que conforman la CS de la papaya. Finalmente, el análisis determinó la necesidad de la implementación de las buenas prácticas en la cosecha, que conlleve la conservación de la calidad de la papaya y por ende la reducción de pérdidas del producto.

Igualmente, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo (2011), estudió la cadena productiva de la papaya en la región del norte del Valle (BRUT), a partir de la definición de un sector productivo en función de las potencialidades del territorio de la proyección de desarrollo perspectivas futuras, generando planes de negocios, estudios de mercados, nuevos negocios con sus respectivos requerimientos tecnológicos en la región del Norte del Valle del Cauca. La metodología de selección se llevó a cabo con la calificación de aspectos productivos de las diferentes cadenas productivas de la región, la percepción gubernamental y el registro estadístico de producción, se definió la cadena productiva de la papaya propicia para el desarrollo y de gran impacto para la zona de estudio.

Frente al análisis de las cadenas de cítricos, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2005), realizó la caracterización de cítricos en Colombia, con una mirada global de la estructura y su dinámica, lo cual reflejó el comportamiento de la comercialización de limón a nivel nacional e internacional, al igual que la dinámica del comportamiento del precio, y la operatividad de la cadena a nivel nacional, que evidenció las problemáticas que afronta la cadena como la falta de escalas comerciales, la alta dispersión de la producción, el bajo grado de asociatividad y la falta de cultura agroempresarial, que restringe así las acciones tácticas frente a otros actores de la cadena; se presenta baja integración entre el sector agrícola y el sector industrial para la agregación de valor al producto, falta de investigación y transferencia tecnológica, y así poder aprovechas las oportunidades de los mercados en expansión para la comercialización en fresco o procesado.

Respecto a las cadenas agroindustriales en Colombia, Sarache & Hernández (2012) destacan a:

> Colombia como una economía que ofrece grandes oportunidades para desarrollar iniciativas de tipo agroindustrial. Entre ellas ser uno de los países con mayor potencial de expansión de tierras para uso agrícola en el mundo, pero que de este solo una minoría es usada con fines agrícolas. (p.22)

Sin embargo, y a pesar de las políticas y esfuerzos nacionales para potenciar el desarrollo agroindustrial, existen entre otros, diversos problemas de tipo estructural que afectan negativamente las posibilidades de crecimiento en el mercado nacional y de inserción en el comercio mundial. Problemas relacionados con la infraestructura de vías, transporte y servicios logísticos, el ambiente para la realización de negocios y la marcada desigualdad social en el campo, son asuntos pendientes en las agendas de desarrollo.

Dicha situación, la refleja Sarache & Hernández (2012) al citar a Barbero (2010:29) cuando afirman que "Los países de América Latina y El Caribe presentan costos logísticos que duplican al menos los de los países de la OCDE". Para estos autores, tales costos corresponden a los de transporte, inventarios y de administración de las funciones logísticas. Igualmente lo afirma Castell (2015), al mencionar que el sector logístico en Colombia es uno de los más rezagados en cuanto a evolución y desarrollo se refiere, de acuerdo con el último índice de desempeño logístico (IDL) del Banco Mundial; Colombia pasó del puesto 64 entre 155 países en 2012 al puesto 97 entre 160 países en 2014. Hoy, el 60 % de los países tiene un mejor desempeño logístico que Colombia y aleja más la posibilidad de ser reconocido como una economía competitiva (Castell, 2015).

A nivel regional, se destacan los estudios recientes abordados por el Centro de Productividad del Tolima para promover el marketing agroalimentario en diversos sectores agrícolas, con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria FIA en asocio con el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario INDAP de Chile.

También es de mencionar el estudio adelantado por académicos de la Universidad de Ibagué (Tovar *et al.,* 2011), en el que se describe la situación logística de cuatro agrocadenas estratégicas para la economía de la región: arroz, algodón, café y frutas.

Los estudios anteriores sirvieron de base tanto para establecer los modelos metodológicos utilizados en el análisis de cadenas de suministro agrícolas como para plantear las estrategias necesarias para el mejoramiento del desempeño de las actividades logísticas al interior y exterior de una cadena de suministro agrícola

Referencias

Acevedo-Suárez, J.A., Gómez-Acosta, M.I., & López-Joy. T. (2012). Análisis de la cadena de valor hortofrutícola del municipio Marianao en La Habana, Cuba. *Revista de Ingeniería Ind*ustrial, *XXXIII* (2), 200-213.

Arteaga Medina, S. (2013). *Estudio de la cadena de valor agroalimentaria del banano de Ecuador* (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Ballesteros, D., & Ballesteros, P. (2004). La logística competitiva y la administración de la cadena de suministros. *Revista Scientia et Technica, 1* (24), 201-206.

Ballou, R. (2004). *Business logistics management* (5th ed.). México: Pearson.

Bohórquez, E.C. & Puello, R.A. (2013). *Diseño de un modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia organizacional de la empresa Coralinas & Pisos S.A. Corpisos S.A. en el municipio de Turbaco, Bolívar* (Tesis Programa de Administración de Empresas). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

Bowersox, D. J. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros* (2nd ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Calderon, J.L., & Lario, F.C. (2005). Análisis del modelo SCOR para la gestión de la cadena de suministro. *IX Congreso de Ingeniería de Organización*, Gijón, España, septiembre.

Castell, O. C. (2015). Gestión de la cadena de abastecimiento para la competitividad empresarial. *Revista de Investigaciones de la escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM Sinapsis*, 7, 149–157.

Castellanos, O.F., Fúquene, A.M., Fonseca, S.L., Ramírez, D.C., Giraldo, E.P., & Valencia, M.F. (2011). *Estudio de la cadena productiva de cacao en el Ariari*. Ministerio de Comercio Industria y Turismo, Unión Europea y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Chase, R. B. (2014). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros* (13th ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Chavez, R., Fynes, B., Gimenez, C. & Wiengarten, F. (2012). Assessing the effect of industry clockspeed on the supply chain management practice-performance relationship. *Supply Chain Management: An International Journal*. 17 (3), 235-248.

Chopra, S. & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operaciones* (3th ed.). México: Pearson Educación.

Christopher, M. (2011). *Logistics and supply chain management* (2th ed.). Financial Times / Pitman. Pearson Education. Gran Bretaña.

Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). (2013). *Supply Chain Management. TERMS and GLOSSARY*. Disponible en: https://cscmp.org/

Estampe, D. (2014). *Supply Chain Performance and Evaluation Models*. London; Hoboken, NJ, UK; EEUU: ISTE Ltd; John Wiley & Sons, Inc.

Flórez, O.A., Marín, H.F., & Zapata, J.A. (2009). Estudio de las prácticas de cosecha y poscosecha de la papaya (Carica papaya cv. Maradol), en el Departamento del Huila. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, (1), 29-36.

Fretes, F. & Martinez, M. (2011). *Banana. Análisis de la cadena de valor en el departamento de San Pedro*. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/Paraguay).

García, R. G., & Olaya, É. S. (2006). Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café. *Revista Cuadernos de administración*, *19* (31), 197-217.

García, R., Núñez, A., Ramírez, T., & Jaimes, S. (2013). Caracterización de la fase upstream de la cadena de valor y abastecimiento de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. *Revista DYNA*, *179*, 79–89.

Giménez, C., & Ventura, E. (2005). Logistics-production, logistics-marketing and external integration: Their impact on performance. *International Journal of Operations & Production Management*, *25* (1), 20-38.

Hunt, S.D. & Davis, D.F. (2008). Grounding supply chain management in resource-advantage theory. *Journal of Supply Chain Management*, *44* (1), 10-21.

Iakovou, E., Vlachos, D., Achillas, C., & Anastasiadis, F. (2014). Design of sustainable supply chains for the agrifood sector: a holistic research framework. *Agricultural Engineering International*: CIGR Journal, Special Issue 2014.

Jaffee, S., Siegel, P., & Andrews, C. (2008). *Rapid agricultural supply chain. World Bank, Agriculture and rural development department*. Recuperado de http://documents.worldbank.org

Jurburg, D., & Tanco, M. (2012). Diagnóstico de las cadenas de suministro de empresas uruguayas. *Memorias de trabajos de difusión científica y t*écnica, (10), 97-107.

Lambert, D.M. & Cooper, M.C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management, 29*, 65–83.

Los Santos, I. S. (2006). *Logística y marketing para la distribución comercial*. Madrid: Esic.

Mangan, J., Lalwani, C., & Butcher, T. (2008). *Global logistics and supply chain management*. Hoboken, EE.UU.: John Wiley & Sons.

Manzini, R., & Accorsi, R. (2013). The new conceptual framework for food supply chain assessment. *Journal of Food Engineering*, *115,* 251-263.

Matopoulos, A., Vlachopoulou, M., & Manthou, V. (2007). *A conceptual framework for supply chain collaboration: empirical evidence from the agri-food industry*. Supply Chain Management: An International Journal, *12* (3), 177-186.

Mentzer, J. (2000). *Supplier partnering.* Ch. 9 in: J. Sheth & A. Parvatiyar. *Handbook of relationship marketing* (pp 457-479), (1th Ed). Thousan Oaks, EE.UU.: Sage Publications, Inc.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia. (2005). *La cadena de cítricos en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica.* Bogotá: Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/6323

Ministerio de Comercio Industria y Turismo Colombia. (2011). *Estudio de la cadena productiva de cacao en el Ariari*. Recuperado de http://www.mincit.gov.co

Ministerio de Comercio Industria y Turismo Colombia. (2011b). *Estudio de la cadena productiva de la papaya en la Región del Norte del Valle (BRUT).* Recuperado de http://www.mincit.gov.co

National Research Council Staff. (2004). *Surviving supply chain Integration: Strategies for small manufacturers*. Washington: National Academies Press. Disponible en https://www.nap.edu/read/6369/chapter/1

O'Brien, T. M., & Díaz-Rodríguez, A. (2004). *Mejorando la competitividad y el acceso a los mercados de exportaciones agrícolas por medio del desarrollo y aplicación de normas de inocuidad y calidad el ejemplo del espárrago peruano.* Perú: Programa de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de https://books.google.com.co

Olmos, A. M. (2015). *Cadena regional de piña*. Secretaria de Agricultura Ganadería y Medio Ambiente. Casanare, Colombia. Recuperado de https://www.casanare.gov.co/

Orjuela, J. A., Castañeda, I. J., & Rivera, J. (2015). La Logística en la Cadena de Frutas. Asohofrucol, Colombia. *Revista Frutas & Hortalizas, 39* (ene-feb), 10–15.

Pardillo, Y., & Gómez, M. (2013). Modelo de diseño de nodos de integración en las cadenas de suministro. *Revista Ingeniería Industrial, XXXIV* (1), 96–107.

Parra, M. (2010). *Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Cadena Productiva de Granadilla en el departamento del Huila*. Neiva. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co

Poluha, R. (2007). *Application of the SCOR model in supply chain management* (C. Press, Ed.). Nueva York: Cambria Press.

Porter M., (1988) Ventaja Competitiva. México, D.F.: CECSA.

Pricewaterhousecoopers. (2009). *Manual práctico de logística*. Bogotá. Recuperado de http://www.aragonempresa.com/paginas/documentos_logistica.

Reina, M. & Adarme, W. (2014). *Logística de distribución de productos perecederos: estudios de caso Fuente de Oro (Meta) y Viotá*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, *8* (1), 80-91.

Sarache, W., & Hernández, G. (2012). Cadenas de abastecimiento agroindustriales: fundamentos conceptuales y aproximaciones a los contextos colombiano y cubano. Cap. 1 en C. E. Orrego, & G. Hernández Pérez (Ed.), *Logística y Cadenas de Abastecimiento Agroindustrial* (pp. 8-32), Manizales, Colombia: Universidad

Nacional de Colombia, 8-32.

Sarmiento, L. (2009). *Caracterización y análisis de la cadena productiva del tabaco en Santander*. Santander: Universidad Industrial de Santander.

Schroeder, R. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* (5th ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Shashi, R., & Shabani, A. (2016). *Value-Adding practices in food supply chain: Evidence from Indian food industry*. *Agribusiness*, *33* (1), 116-130.

Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia - SIC. (2013). *Cadena productiva del plátano, diagnóstico de libre competencia*. Bogotá. Recuperado de http://www.sic.gov.co

Tobasura, I., & Ospina, C. E. (2011). Cadena de la mora en Caldas, Colombia: beneficios e impactos. *Revista de desarrollo económico territorial. Eutopía*, *2* (oct), 81-100.

Tovar, N. J., Bermeo, H. P., Torres, J. F., García, A. A., & Linares, A. I. (2011). *El potencial logístico en las agrocadenas del Tolima.* Ibagué, Colombia: Universidad de Ibagué. ISBN 958754028X.

Tracey, M. & Smith-Doerflein, K. (2001). Supply chain management: What training professionals need to know. *Industrial and Commercial Training*, *33* (3), 99-104.

Tribín Rivera, J. P., & Forero Almanza, C. (2014). Prospectiva de la cadena productiva de mango bajo el enfoque dinámico. *Revista Entramado*, *10*, 56–81.

Trienekens, J. (2007). Los estándares de calidad y seguridad en la cadena alimentaria internacional. *Revista Distribución y Consumo*, *17* (91), 21-40.

Tsolakis, N., Keramydas, C., Toka, A., & Iakovou, E. (2013). Supply Chain Management for the Agri-food Sector: A Critical Taxonomy. *Revista Biosystems Engineering*, *XXX,* 1–18.

Vergara, J. C., Fontalvo, T. J., & Maza, F. J. (2011). Análisis de las cadenas productivas hortofrutícola del sur de Bolívar: un análisis bajo el enfoque de la simulación prospectiva. *Prospectiva*, *9* (1), 30-37.

Zuluaga, A., Gómez, R. A., & Fernández, S. A. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo *SCOR*. *Revista Clío América*, *8* (15), 90-110.

Segunda Parte

Resultados de la intervención en el Sector

En esta sección se presentan los resultados por destacar a partir del desarrollo de las estrategias propuestas. En el capítulo IV se presenta la caracterización de la operación logística en las cadenas estudiadas, en las zonas priorizadas. En el capítulo V se consolidan las diferentes buenas prácticas diseñadas y transferidas para cada agrocadena intervenida. En el capítulo VI se consolidan los hallazgos del análisis de mercados para frutas con potencial exportador. En el capítulo VII se presentan los resultados centrales de la intervención a los centros de acopio. En el capítulo VIII se detalla el trabajo realizado en materia de integración de las TIC en el sector, para

4. Caracterización de las problemáticas del Sector Hortofrutícola del Tolima

Omar Arley Arenas Quimbayo, Luis Felipe Lozada Valencia, Jaime Alberto Villada Garces

Introducción

En este capítulo se presentan los resultados y discusiones del estudio enunciados en cuatro aspectos centrales. En el primero se presentan las actividades preliminares de las variables analizadas para la caracterización de la cadena. En el segundo se reportan los resultados obtenidos de la caracterización específica del eslabón de los cultivadores, a través del análisis de las prácticas, problemáticas y generalidades del cultivo. En la tercera parte se da a conocer el desarrollo de la comercialización y distribución de los productos, por medio de la integración de los criterios tenidos en cuenta en las operaciones realizadas, y finalmente se presentan las consideraciones por tener en cuenta a partir de la caracterización de la cadena de valor hortofrutícola analizada.

Actividades preliminares

Para el presente informe se inició con la integración de todas las bases individuales de producto en formato disponible para SPSS. El ajuste de los datos representó la generación de la variable: Categoría del productor (CAT. PDTOR). Esta variable se calculó a partir de los cuartiles (Qi) calculados para cada grupo de productores por producto, con la información del volumen anual de producción (PCC_ANUAL). La asignación de categorías se hizo como sigue: Productor menor: PCC_ANUAL<Q1; Productor mediano: Q1>PCC_ANUAL<Q3; Productor mayor: PCC_ANUAL>Q3.

El análisis estadístico de la matriz integrada por los diez tipos de cultivos enmarcados en el estudio de F-H, facilitó el análisis de las siguientes variables al interior de las unidades agrícolas objeto de estudio:

- A1. Rendimiento por hectárea
- A3. Conocimiento y aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el sub – sector
- B1. Problemas poscosecha que afectan la calidad del producto
- B2. Criterios para valorar la calidad de los productos
- B3. Percepción del productor sobre la conservación de la calidad del producto
- B4. Categorías de calidad del producto
- C5. Aspectos para determinar el momento de cosecha
- C6. Horario de recolección del producto
- C7. Criterios empleados en la recolección del producto
- C8. Prácticas realizadas en el momento de la cosecha
- D9. Prácticas implementadas en poscosecha
- E10. Modalidad de almacenamiento en finca
- E11. Sitios de recurrentes de almacenamiento
- E12. Problemas en almacenamiento
- E13. Tipos de empaque utilizados durante el transporte
- E14. Sitios de compra de empaques
- E15. Medios de transporte desde la finca
- E16. Sitios de recolección del producto en finca
- G17. Frecuencia de transporte
- G18. Pérdidas de producto durante el transporte
- G19. Problemas durante el transporte
- H20. Puntos de comercialización del producto
- H21. Margen de utilidad de los productos
- Análisis cruzados

El estudio abarcó un total de 867 encuestas a productores, en las cinco zonas seleccionadas:

- Zona Mariquita (aguacate y plátano): 219 productores – 25,3 %
- Zona Cajamarca (arracacha y granadilla): 150 productores – 17,3 %
- Zona Ibagué (mora y tomate): 151 productores – 17,4 %
- Zona El Espinal (mango y papaya): 152 productores – 17,5 %
- Zona Natagaima (cachaco y limón): 195 productores – 22,5 %

De la misma manera, los productores fueron categorizados de acuerdo con sus volúmenes de producción en menores, medianos y mayores productores. La categoría se definió por el cuartil (Q) en el que se ubicó el área sembrada de cada finca en cada subgrupo de productores asociados a un determinado producto, como sigue: menores (4Q), medianos (3Q & 2Q), grandes (1Q). Los porcentajes de participación en el proyecto fueron: 25 %, 48 % y 24 %, respectivamente (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Productores encuestados por producto

		Nombre	Categoría del productor								
			Menor		Mediano		Mayor		Total		
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	% F	%C
Cultivo	AG	Aguacate	43	30	53	37	48	33	144	100,0	16,6
	AR	Arracacha	25	34	35	48	13	18	73	100,0	8,4
	CA	Cachaco	32	29	54	48	26	23	112	100,0	12,9
	GR	Granadilla	23	30	35	45	19	25	77	100,0	8,9
	LM	Limón	26	31	35	42	22	27	83	100,0	9,6
	MG	Mango	21	19	63	57	27	24	111	100,0	12,8
	MO	Mora	25	30	39	46	20	24	84	100,0	9,7
	PL	Plátano	18	24	43	57	14	19	75	100,0	8,7
	PY	Papaya	11	27	21	51	9	22	41	100,0	4,7
	TO	Tomate	17	25	36	54	14	21	67	100,0	7,7
	Total		241	28	414	48	212	24	867	100,0	100,0

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

El análisis del Sector Hortofrutícola del Tolima se realizó a partir de sus eslabones primarios centrales: los cultivadores y los distribuidores/ comercializadores.

Caracterización del Eslabón: Cultivadores

En esta sección de presenta el informe detallado con el cual se caracteriza el estado de la labor de poscosecha en el Sector Horto-Frutícola (H-F) del Tolima. El análisis se inicia con una mirada general a las condiciones de

cultivo, para luego adentrarse en las prácticas y problemáticas asociadas a las labores de cosecha y poscosecha de productos, tanto como a las labores de almacenamiento, transporte y comercialización. Información general de los cultivos.

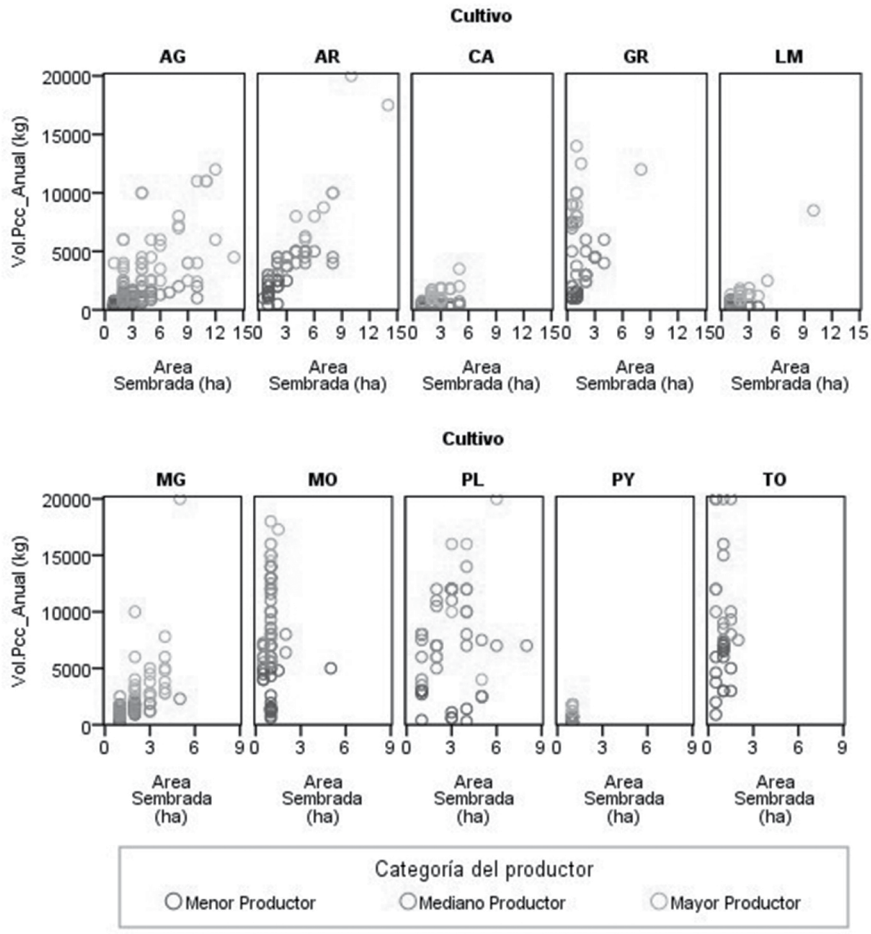
En esta sección se abordan aspectos de caracterización del cultivo, como también las actividades relacionadas con las prácticas efectuadas por el agricultor en el momento de la cosecha y la poscosecha.

Rendimientos de producción por hectárea

Atendiendo a las condiciones del cultivo, las características edafoclimáticas del lugar y las variables socio culturales de los productores, el rendimiento por hectárea registra variaciones importantes por unidad de siembra. Como lo muestra la Figura 4.1, el rango de áreas sembrada es diversa entre cultivos, como lo es la producción anual obtenida por cada categoría de productor identificada y cada producto analizado. En el Departamento predominan los menores y medianos productores que representan el 73 % de la población encuestada. Las áreas sembradas por categoría de productor, en términos generales, obedecen a los siguientes rangos: Pequeños productores (menos de 2 ha), Medianos productores (entre 2 y 4 ha) y Mayores productores (más de 4 ha).

En términos generales, se observa que el área sembrada no presenta una relación directa con el volumen producido, dado que a mayor área sembrada no necesariamente se presenta un mayor volumen de producción; no obstante, se observa que tanto los mayores como los medianos productores obtienen volúmenes de producción más elevados, esta condición puede obedecer a la facilidad que presentan estos productores frente a los más pequeños, de acceder a asistencia técnica especializada, a la compra de mejores insumos agrícolas tanto para fertilización como para el control de plagas y malezas con mayor frecuencia, al acceso a plántulas certificadas y a la contratación de personal para realizar las labores de siembra, mantenimiento, cosecha y adecuación demandadas por el cultivo.

Figura 4.1. Rangos de producción y área sembrada por categoría del productor (n=833)



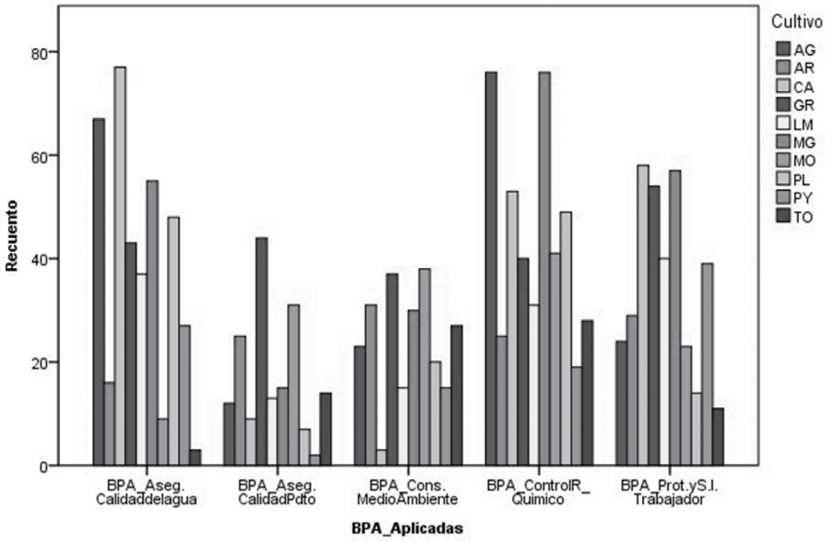
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Incorporación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

En la Figura 4.2 se presentan gráficamente los resultados obtenidos respecto a la incorporación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para los cultivos analizados. A este respecto, los resultados sugieren que aquellas prácticas relacionadas con el control de riesgos químicos, el aseguramiento de la calidad del agua y las de la protección y seguridad del trabajador son las prácticas más

aplicadas en el sector H-F. Por otro lado, la BPA que los productores aplican en menor medida son las relacionadas con la conservación del medio ambiente y el aseguramiento de la calidad del producto, hechos que ponen de manifiesto la poca importancia que tiene para los productores el tema de las actividades necesarias para asegurar la calidad del producto.

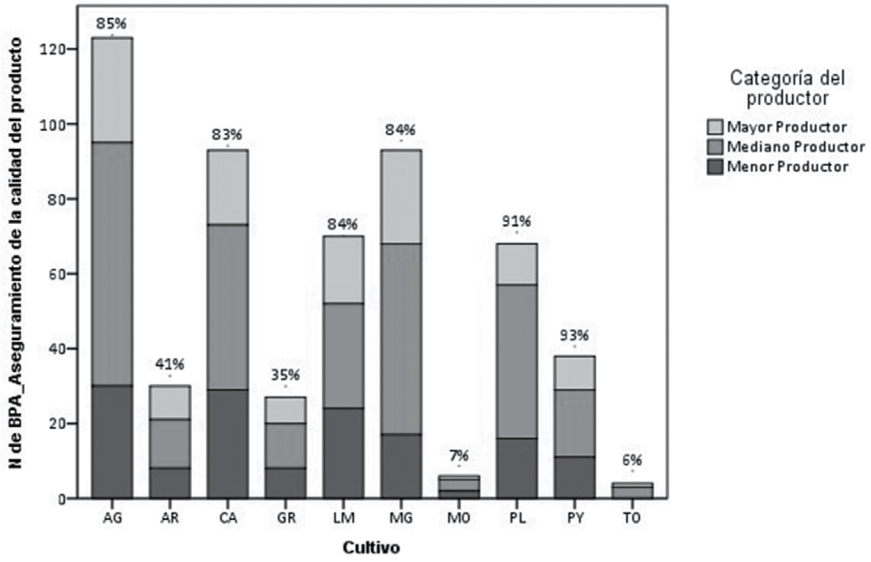
Figura 4.2. BPA aplicadas por los productores en los diferentes cultivos (n=833)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Así mismo, en una gran proporción (mayor a 80 %), los productores encuestados de aguacate, cachaco, limón, mango, plátano y papaya expresan conocer y aplicar algunas de las BPA relacionadas con el aseguramiento de la calidad del producto; por otro lado, los productores de arracacha, granadilla, mora y tomate presentan un muy bajo nivel de aplicación de este tipo de prácticas. Así mismo, se puede observar en la figura que son los medianos productores los que en general aplican este tipo de prácticas en sus cultivos (Figura 4.3).

Figura 4.3. Nivel de conocimiento y aplicación de BPA asociadas a la calidad del producto (n=833)



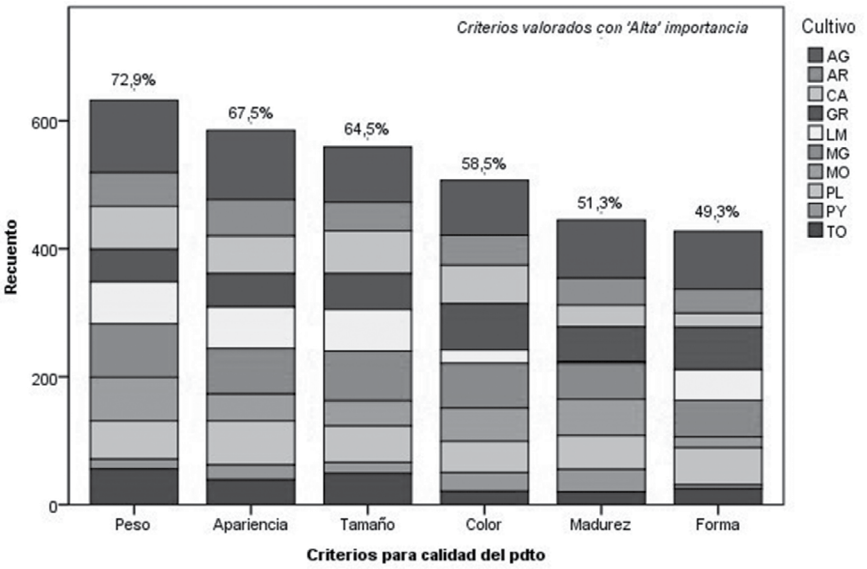
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Criterios y categorías para valorar la calidad de los productos H-F

Los productos perecederos presentan márgenes inestables al momento de ser cotizados de acuerdo con diferentes variables físicas como el peso, la forma, el tamaño, el color, entre otras; en ese sentido, las variables revisten una gran importancia, pues determinan la calidad del producto a la hora de ser comercializado y su precio en el mercado (Figura 4.4).

Las variables más importantes, identificadas por los productores, para determinar la calidad del producto en la cadena hortofrutícola son en su orden el peso, la apariencia, el tamaño y el color y las menos relevantes son el grado de madurez y la forma; no obstante, para la granadilla y la papaya, el color, la madurez y la forma son los aspectos más destacados para la clasificación de la calidad de producto.

Figura 4.4. Criterios empleados en la valoración de calidad de los diferentes productos (n=833)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Al momento de realizar la cosecha los agricultores clasifican los productos de forma manual y es el producto de primera el de mayor tamaño y peso; las segundas, el producto que presenta alguna irregularidad en apariencia, forma y tamaño y; las pérdidas el producto que manifiesta daños físicos (golpes, magulladuras o cortes), daños biológicos (hongos) o deterioro por altas temperaturas. En general, los mayores volúmenes corresponden a fruta de primera calidad con valores promedios del 72 % del total del volumen cosechado al año, seguido por las segundas con un valor promedio del 23 % y las pérdidas del producto corresponden al 5 %; sin embargo, en productos como el aguacate las pérdidas ascienden al 11,3 % y en plátano y granadilla este valor es del orden del 8 %, por lo contrario, productos como el mango, papaya y cachaco las pérdidas no llegan a ser del 1 % (Tabla 4.2).

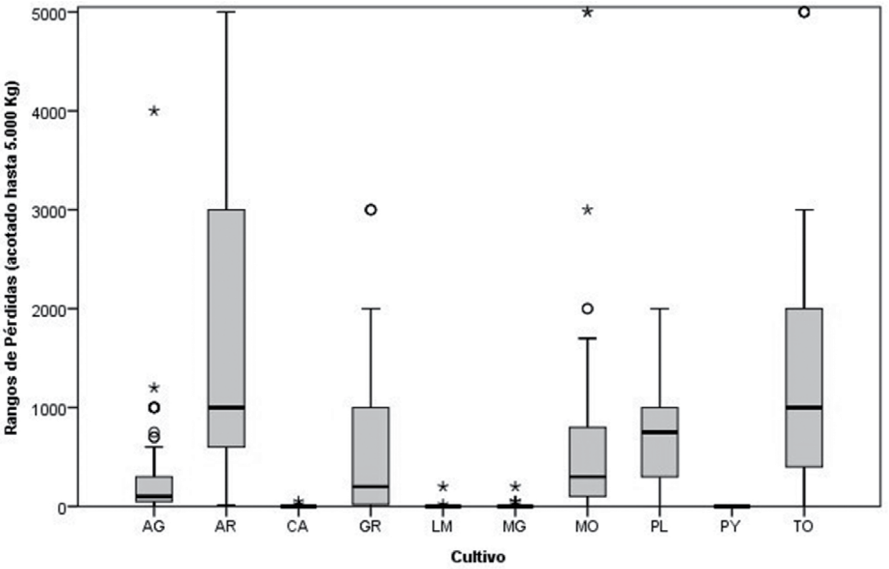
Tabla 4.2. Rangos de volumen de producción por cultivo (n = 833)

Cultivo		Mínimo	Media	Mediana	Máximo
Tipo	**Calidad**				
AG	Primeras (Kg)	4	1.349	700	7.200
	Segundas (Kg)	20	706	300	3.600
	Pérdidas (Kg)	-	263	100	4.000
AR	Primeras (Kg)	2	15.702	9.000	41.000
	Segundas (Kg)	1	3.497	2.000	10.000
	Pérdidas (Kg)	9	1.439	1.000	5.000
CA	Primeras (Kg)	50	1.488	400	100.000
	Segundas (Kg)	56	144	150	200
	Pérdidas (Kg)	-	1	-	50
GR	Primeras (Kg)	7	25.269	1.200	270.000
	Segundas (Kg)	2	4.661	1.050	45.000
	Pérdidas (Kg)	-	2.731	200	25.000
LM	Primeras (Kg)	100	728	600	4.000
	Segundas (Kg)	60	338	200	4.300
	Pérdidas (Kg)	-	14	-	200
MG	Primeras (Kg)	50	3.453	1.200	180.000
	Segundas (Kg)	30	1.812	300	100.000
	Pérdidas (Kg)	-	4	-	200
MO	Primeras (Kg)	500	8.706	7.300	45.000
	Segundas (Kg)	80	1.694	800	10.000
	Pérdidas (Kg)	-	618	300	5.000
PL	Primeras (Kg)	150	5.299	5.000	20.000
	Segundas (Kg)	50	2.360	2.500	6.000
	Pérdidas (Kg)	-	724	750	2.000
PY	Primeras (Kg)	200	713	700	1.800
	Segundas (Kg)	200	467	400	800
	Pérdidas (Kg)	-	-	-	-
TO	Primeras (Kg)	70	27.258	18.000	150.000
	Segundas (Kg)	10	3.738	2.000	20.000
	Pérdidas (Kg)	-	2.233	1.000	30.000

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En la Figura 4.5 se puede observar que existe una mayor dispersión en las pérdidas de los productos en los cultivos de arracacha, tomate, granadilla, mora y plátano; por lo contrario, el cachaco, limón, mango papaya y aguacate no presentan mayores variaciones.

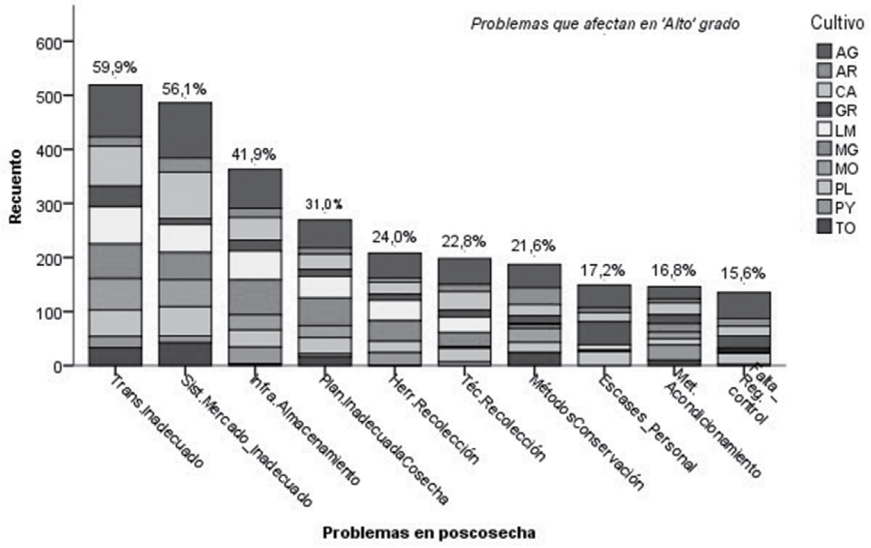
Figura 4.5. Rango del volumen de pérdidas de los productos (n=833)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Con respecto a los problemas en poscosecha más importantes, los productores reconocen que existen dificultades con la disponibilidad de herramientas y mano de obra, manipulación del producto y manejo de información del cultivo, más del 50 % de los productores plantea que los principales problemas que afectan la calidad de los productos se centran en transporte, infraestructura de almacenamiento y sistemas de comercialización inadecuados, que afectan además el precio de venta de los productos (Figura 4.6). Los aspectos analizados menos problemáticos son el personal, los métodos de acondicionamiento del producto y la falta de registros para el control del producto. No obstante, para el caso específico de la granadilla, el principal problema manifestado por los productores es la falta de personal.

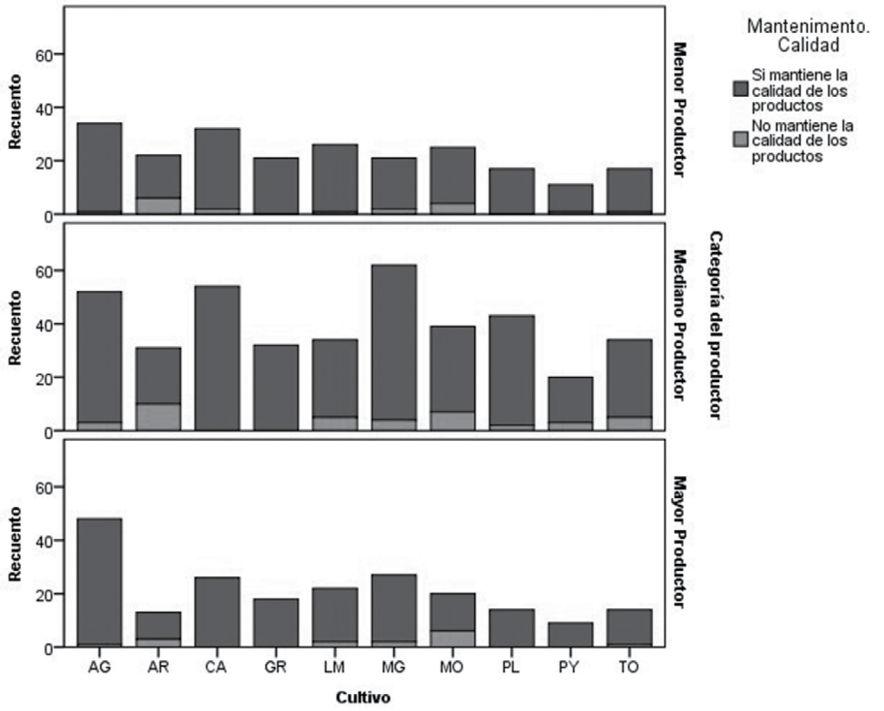
Figura 4.6. Problemáticas en poscosecha que afectan la calidad de los productos (n=791)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En general, la percepción por parte de los agricultores es que se logra mantener la calidad de los productos H-F después de la cosecha. No obstante, en la arracacha y mora existen productores que consideran que sus productos no logran mantener el nivel de calidad hasta la comercialización de los mismos (Figura 4.7).

Figura 4.7. Percepción del productor respecto al mantenimiento de la calidad del producto desde la cosecha hasta la comercialización



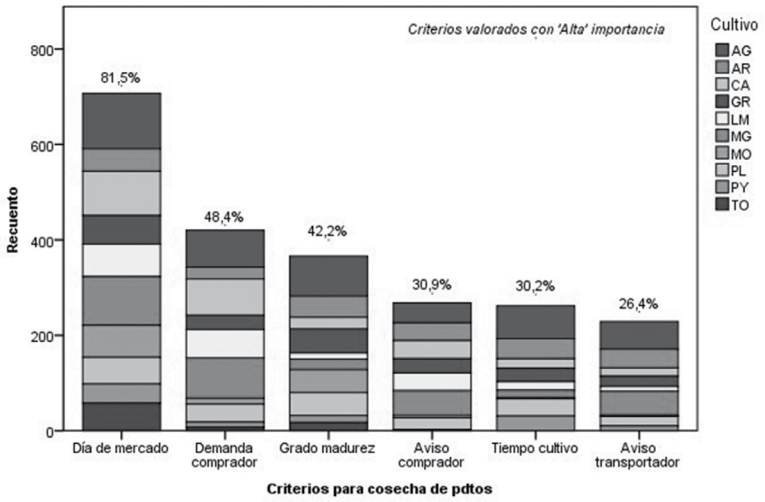
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Prácticas al momento de cosecha

En general, los productores determinan el momento de cosecha de sus productos de forma visual, teniendo como parámetros de referencia el peso, la apariencia o el tamaño; sin embargo, existen otros factores ajenos al cultivo y referentes a variables de mercado que influyen en la cosecha como se evidencia en la Figura 4.8. El criterio más importante tomado en cuenta por los productores a la hora de recolectar los productos es el día de mercado, el cual concentra el 81,5 % de las respuestas de los productores, seguido por la demanda del comprador y en tercer lugar el grado de madurez de la fruta, con un porcentaje de 48,4 % y 42,2 % respectivamente. Por otro lado, los aspectos menos relevantes son el aviso del comprador, el tiempo de cultivo y el aviso del transportador con menos del 30 % de importancia según los productores.

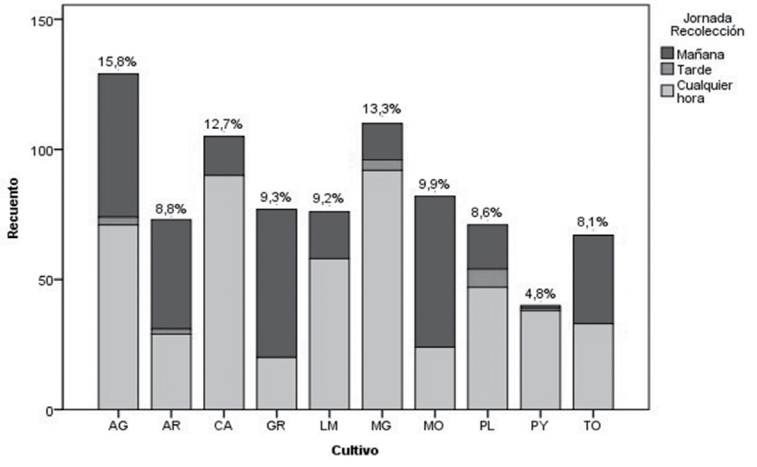
No obstante, en el caso del mango y la arracacha, el aviso tanto del comprador como del transportador son los aspectos considerados más importantes para recolectar estos productos.

Figura 4.8. Criterios empleados para la recolección de los productos (n=801)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Figura 4.9. Prácticas de cosecha implementadas en los cultivos (n=867)

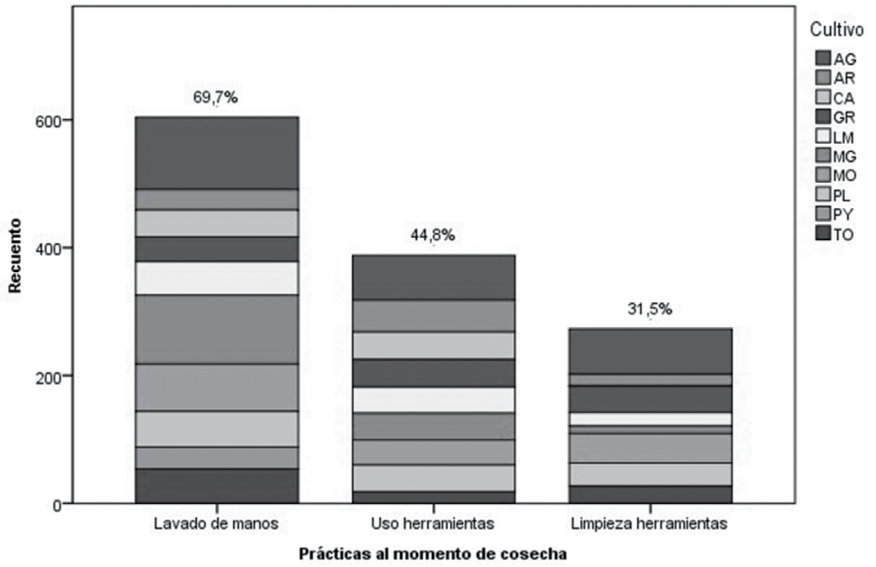


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

La Figura 4.9 muestra que el 78 % de los productores realizan la recolección a cualquier hora del día; no obstante, expertos en el tema sugieren realizarla en horas de la mañana con el fin de no afectar su ciclo biológico, inducir al árbol a estrés por temperaturas elevadas, ni promover daños a nivel molecular que repercutan de manera negativa en el rendimiento del cultivo. Buena parte de los productores de aguacate, granadilla, arracacha y mora, tienen en cuenta esta buena práctica.

Con el fin de evitar maltrato del árbol durante la cosecha, garantizar la calidad e higiene y mejorar la competitividad del producto, los cultivadores implementan por tradición algunas prácticas que afirman generan resultados positivos durante la manipulación, transporte y comercialización del producto. En la Figura 4.10, se dan a conocer las principales prácticas utilizadas por los productores para la cosecha de los productos. Las prácticas en su orden son el lavado de manos (69,7 %), el uso (44,8 %) y limpieza de las herramientas (31,5 %) utilizadas para la recolección. Es importante resaltar que, para el caso específico de la papaya, la única práctica utilizada es el lavado de las manos y en la granadilla son más importantes el uso y limpieza de las herramientas usadas en la recolección, que el lavado de las manos.

Figura 4.10. Prácticas de cosecha implementadas en los cultivos (n=728)



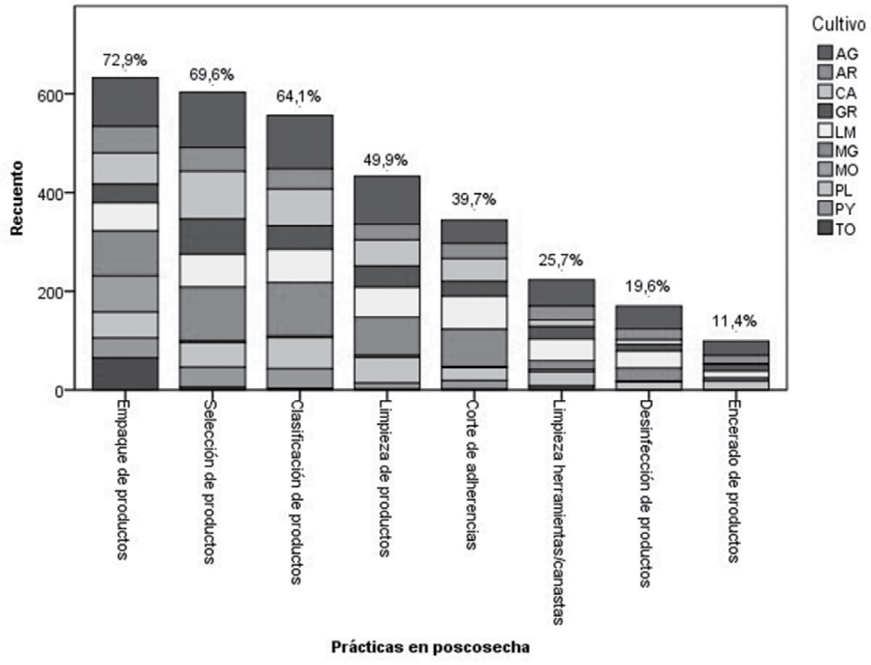
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Prácticas en el periodo de poscosecha

- *Acondicionamiento*

Como se evidencia en la Figura 4.11, las prácticas más utilizadas por los productores en la etapa de poscosecha son en su orden el empaque, selección, clasificación y limpieza de los productos con un porcentaje de aplicación promedio cercano al 65 % de los productores analizados y las menos aplicadas son la desinfección de las herramientas y las canastas, la desinfección y encerado de productos, las cuales son aplicadas en un 24 % por los productores de los diferentes productos.

Figura 4.11. Prácticas en poscosecha aplicadas por los productores (n=728)

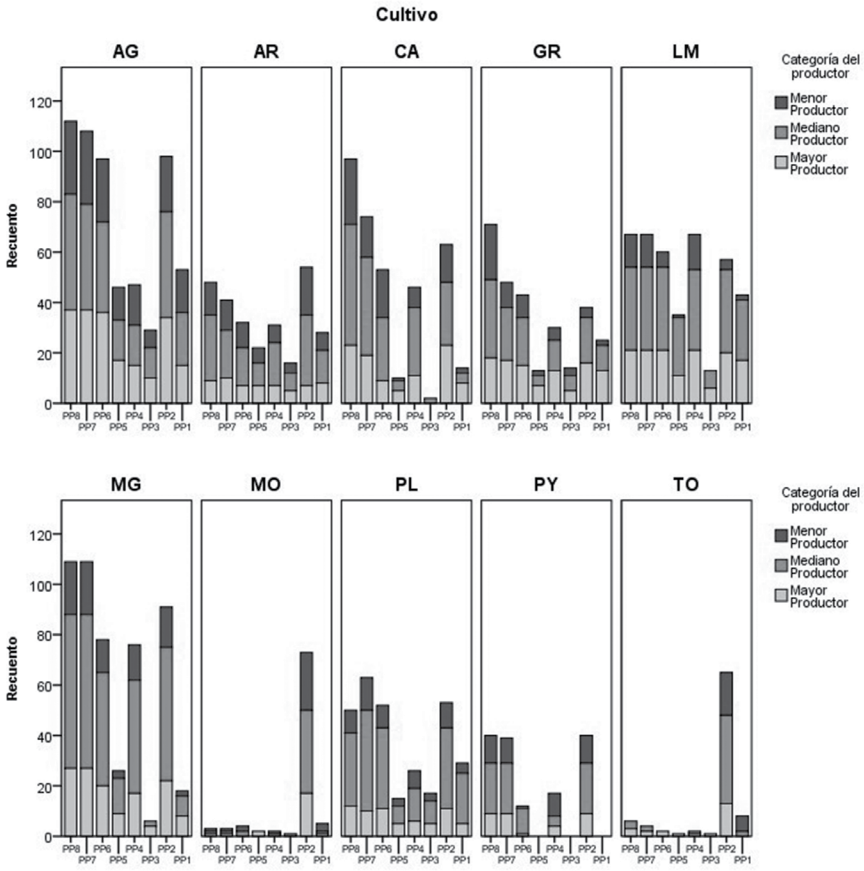


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En este sentido, es importante mencionar que todas las categorías de los productores (menor, mediano y mayor productor) en la mayoría de los cultivos analizados presentan un comportamiento similar que destacan

las prácticas referentes al producto como las de mayor importancia en igual proporción; sin embargo, se reconoce que para los cultivos de mora y tomate los productores aplican en una proporción muy alta la BP del empaque del producto frente a las otras (Figura 4.12).

Figura 4.12. Buenas prácticas en poscosecha aplicadas por categoría de productor [11] (n=728)



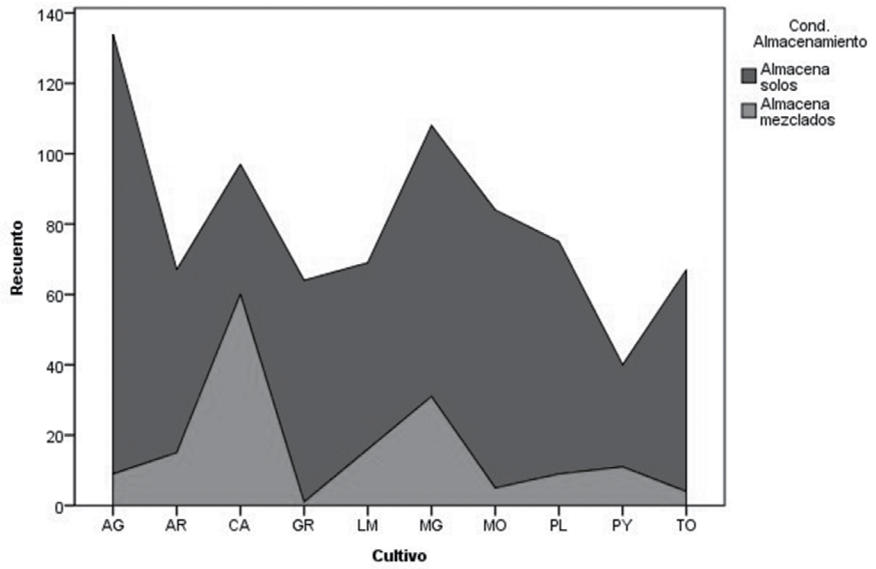
Fuente: Informes técnico - Convenio 1032-2013

[11] PP1: Limpieza de herramientas / canastas; PP2: Empaque de productos; PP3: Encerado de productos; PP4: Corte de adherencia; PP5: Desinfección de productos; PP6: Limpieza de productos; PP7: Clasificación de productos; PP8: Selección de productos

- *Almacenamiento*

El almacenamiento corresponde a la última actividad implementada en finca por los productores de la región. Su impacto sobre la calidad del producto ha generado que en promedio más del 80 % de los productores lo realicen de manera independiente para evitar contaminación cruzada; sin embargo, en el cachaco, los productos se almacenan mezclados con las herramientas de trabajo o los insumos propios del cultivo (Figura 4.13).

Figura 4.13. Condiciones de almacenamiento (n=728)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En la Tabla 4.3 se observan los sitios seleccionados por los productores para almacenar los productos que cosecha. El 55 % de los consultados lo hace en el lote de manera expuesta sin ninguna condición adecuada para controlar la temperatura, humedad y expuesto a la contaminación por parte de plagas, roedores, pájaros o animales domésticos, situación que ocasiona que los productos comiencen de una manera acelerada su proceso de descomposición y afecten su calidad. De manera alteran, un 34 % manifestó realizar su

almacenamiento en casa, acudiendo a espacios como enramadas o bodegas habilitadas internamente.

Tabla 4.3. Sitios de almacenamiento de productos hortofrutícolas

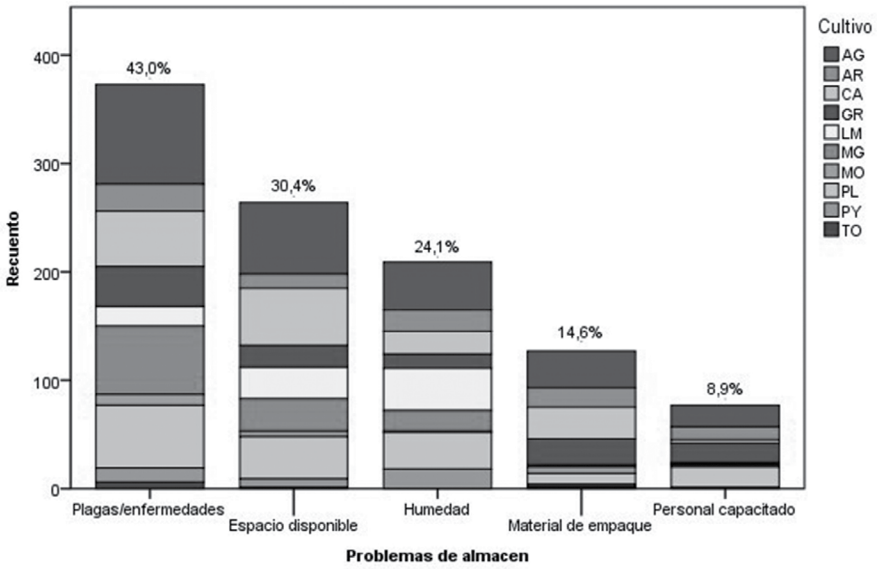
		Cultivo (No. de productores)											
		AG	**AR**	**CA**	**GR**	**LM**	**MG**	**MO**	**PL**	**PY**	**TO**	**Total**	
		No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	%
En el lote	Expuesto	38	28	47	9	9	24	4	20	21	0	200	55 %
	Enramada	27	11	2	16	11	39	51	25	0	54	236	
	Bodega	12	2	0	7	1	4	0	12	0	0	38	
	Subtotal	77	41	49	32	21	67	55	57	21	54	474	
En la casa	Expuesto	9	4	0	15	8	2	1	2	1	1	43	34 %
	Enramada	15	3	48	1	9	9	24	5	8	8	130	
	Bodega	16	3	0	12	31	32	6	7	9	1	117	
	Subtotal	40	10	48	28	48	43	31	14	18	10	290	
Borde de vía secun-daria	Expuesto	0	14	0	13	0	0	1	1	1	0	30	8 %
	Enramada	0	2	0	6	0	0	1	0	0	0	9	
	Bodega	11	7	0	7	0	0	0	9	0	0	34	
	Subtotal	11	23	0	26	0	0	2	10	1	0	73	
Borde de vía prima-ria	Expuesto	0	5	0	8	0	0	3	0	0	0	16	3 %
	Enramada	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4	
	Bodega	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	6	
	Subtotal	3	7	0	9	0	0	3	1	0	3	26	
	Total	131	81	97	95	69	110	91	82	40	67	863	100 %
	%	15 %	9 %	11 %	11 %	8 %	13 %	11 %	10 %	5 %	8 %	100 %	

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Las malas condiciones que se presentan en los sitios de almacenamiento, generan problemas que afectan la calidad del producto. En la Figura 4.14, se presentan los principales problemas en el almacenamiento que ocasionan mayor incidencia en la calidad de los productos. Los problemas de mayor relevancia para los productores están relacionados con la presencia de plagas en el producto, la falta de espacio disponible y la humedad, las cuales en promedio representan el 32,5 % de las respuestas otorgadas por los

productores y los menos relevantes son el material de empaque y el personal para el área de almacenamiento. No obstante, para el caso específico de la arracacha y la granadilla los principales problemas manifestados por los productores son el material inadecuado de empaque y la falta de personal.

Figura 4.14. Problemáticas en el almacenamiento de los productos (n=634)

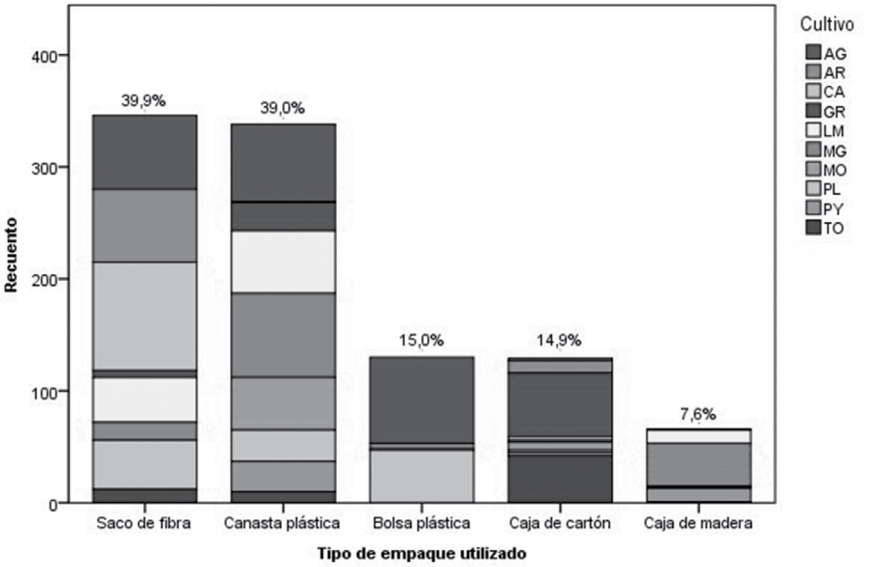


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Sistema de empaque*

Con respecto al tipo de empaque usado en los diferentes productos, la Figura 4.15 muestra que los sacos de fibra y las canastas plásticas son los más utilizados con un 39,50 % en promedio de utilización, debido a que presentan un menor costo, permiten un mayor volumen por unidad de carga y brindan facilidades en el embalaje y transporte hacia el lugar de comercialización, por lo contrario, el papel de cera y los empaques preformados solo son utilizados en el aguacate, mora y la granadilla por cinco productores.

Figura 4.15. Empaques utilizados para la comercialización de los productos (n=778)

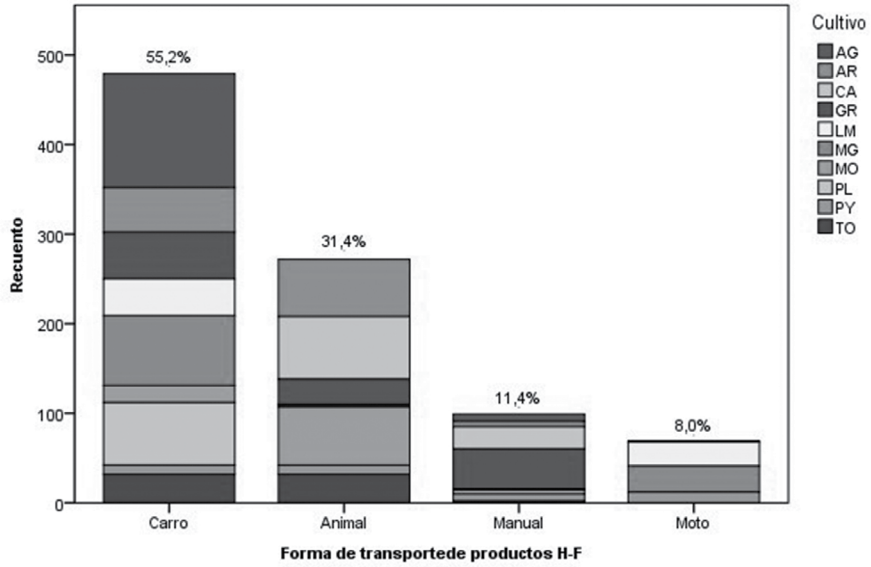


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Sistema de Transporte*

El transporte es uno de los procesos de mayor importancia a la hora de garantizar la calidad del producto. En ese proceso se presentan algunos inconvenientes que finalmente inciden negativamente en el valor al momento de la venta. En el proceso de transporte de los productos agrícolas desde las fincas productoras hasta los sitios de comercialización, la Figura 4.16 relaciona los medios de transporte más utilizados por los productores analizados. Como se observa, los de mayor uso son el carro y manualmente. En términos generales, de 815 productores analizados, 479 transportan en vehículo, 272 de manera manual, 99 en animal y 69 lo hace en moto.

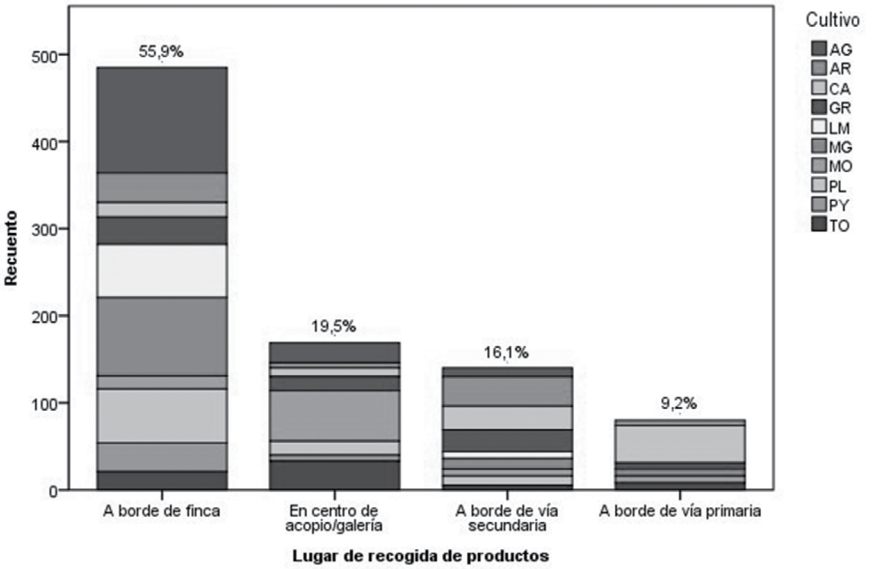
Figura 4.16. Medios de transporte utilizados para la comercialización (n=815)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Al analizar la red de distribución de los productos, los puntos de acopio más utilizados por los productores para la comercialización de sus productos son en su orden de preferencia a borde de la finca, en el centro de acopio o la galería del municipio más cercano, a borde la vía secundaria y a borde de la vía principal. La Figura 4.17 presenta que 485 de los 814 productores encuestados realizan el acopio de sus productos en la finca, 169 lo hacen en las galerías de los municipios aledaños al cultivo, 140 lo efectúan a borde de la vía secundaria y, finalmente, solo 80 productores lo realizan a borde de la vía principal. Por otro lado, para la comercialización de los productos la frecuencia oscila entre uno y tres veces por semana, pero está influída por la época del año como si es o no temporada de alta cosecha.

Figura 4.17. Lugares de acopio utilizados por los productores (n=814)

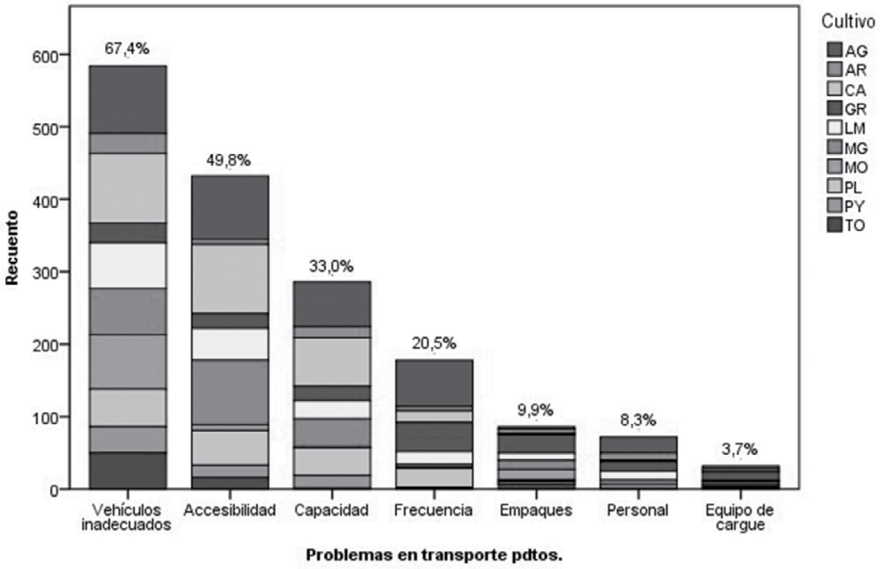


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

La Figura 4.18 muestra que los principales problemas que aquejan a los productores en el transporte e inciden de manera significativa en la calidad de los productos son los vehículos inadecuados (67,4 %), la accesibilidad a las zonas de recolección en las fincas (49,8 %), la capacidad de los vehículos para el transporte (33 %). Los problemas menos relevantes para los productores son la consecución de empaques y el personal y el equipo para el cargue de los productos.

Para el productor menor la problemática de mayor incidencia está relacionada con la dificultad para la compra de empaques, mientras que para el productor mediano y mayor la problemática está en los vehículos inadecuados, que son multipropósito, y la accesibilidad relacionada con las vías inapropiadas, las cuales en su mayoría corresponden a vías secundarias sin ningún tipo de mantenimiento, lo cual hace que el producto durante el viaje sufra problemas por vibración y rozamiento. Estas condiciones ocasionan que el precio del transporte se eleve y el beneficio económico que puedan recibir por su actividad agrícola disminuya.

Figura 4.18. Problemas presentes en el transporte (n=722)

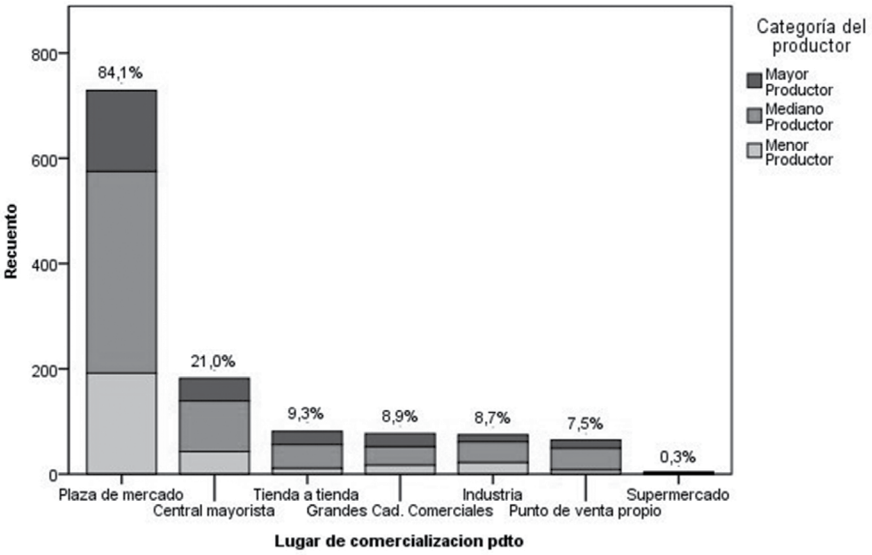


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Proceso de comercialización*

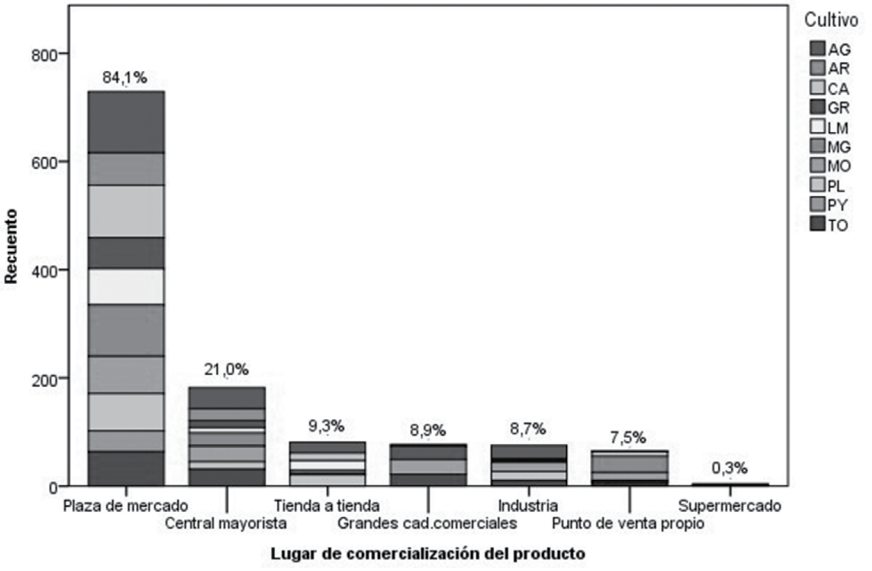
En la Figura 4.19 se relacionan los sitios más frecuentes de comercialización de los productos y por categoría de productor y se referencia que el lugar más utilizado para este fin son las plazas de mercado o galerías, seguido en menor proporción por las centrales mayoristas, las tiendas o grandes cadenas comerciales. Este comportamiento es similar por cada categoría de productor analizada y tipo de producto (Figura 4.19 y Figura 4.20).

Figura 4.19. Principales lugares de comercialización por categoría de productor (n=822)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Figura 4.20. Principales lugares de comercialización por producto (n=816)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Con respecto al margen de utilidad de los productos analizados, en general el 52 % de los productores de la región manifiestan que este se encuentra en el rango de 0 %-10 %, el 40 % respondieron que el margen está entre el 10 %-20 % y solo un 8 % dice presentar márgenes entre el 20 %-30 %. Por otro lado, los productos más rentables, según la apreciación de los productores son en su orden el plátano, aguacate, arracacha y granadilla; de otro lado, los productos menos rentables son la papaya, el tomate, el cachaco, el mango y la mora (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Margen de utilidad y % de pérdida de productos por tipo de cultivo

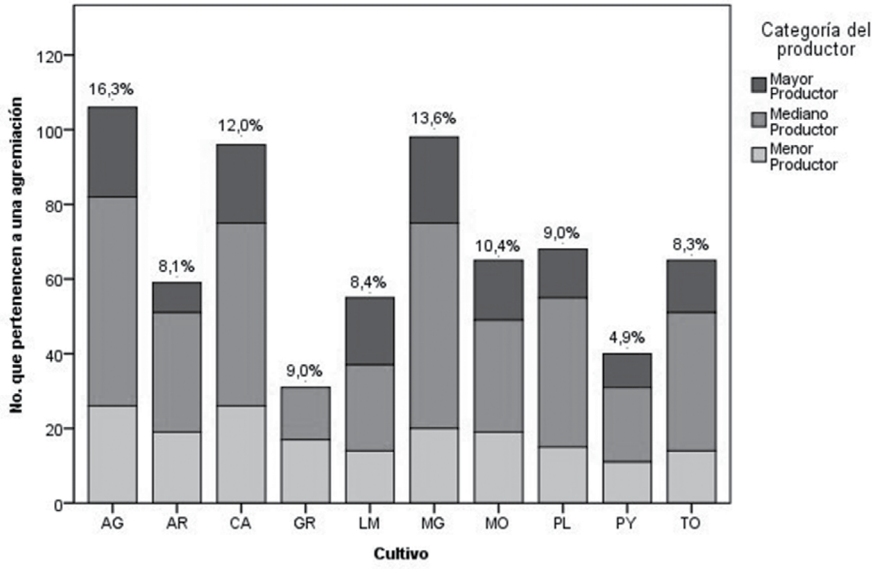
			% Margen de Utilidad Producto				% Pérdida Productos			
			0-10	**10-20**	**21-30**	**Total**	**0-5**	**6-10**	**11-15**	**Total**
Cultivo	AG	No.	59	57	27	143	103	39	1	143
		%	41	40	19	100	72	27	1	100
	AR	No.	19	23	11	53	54	12	2	68
		%	30	37	17	100	75	17	3	100
	CA	No.	76	36	0	112	112	0	0	112
		%	68	32	0	100	100	0	0	100
	GR	No.	13	39	8	60	38	36	2	76
		%	19	58	12	100	49	47	3	100
	LM	No.	30	51	0	81	69	11	0	80
		%	36	61	0	100	83	13	0	100
	MG	No.	73	35	3	111	73	37	1	111
		%	66	32	3	100	66	33	1	100
	MO	No.	54	27	2	83	72	12	0	84
		%	65	33	2	100	86	14	0	100
	PL	No.	20	28	14	62	61	14	0	75
		%	32	45	23	100	81	19	0	100
	PY	No.	33	8	0	41	40	0	0	40
		%	80	20	0	100	98	0	0	100
	TO	No.	46	20	1	67	63	3	0	66
		%	69	30	1	100	95	5	0	100
	Total	No.	423	324	66	813	685	164	6	855
		% C	51	39	8	100	79	19	1	100

Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

- *Organización y Recursos Humanos*

Los cultivadores demuestran mucha disposición a la participación en asociaciones o agremiaciones, es así como en promedio el 80 % de los encuestados manifiestan pertenecer y participar activamente en algún tipo de agremiaciones (Figura 4.21). Sin embargo, los productores de granadilla no tienen la misma dinámica, pues tan solo el 40 % de ellos pertenecen a alguna asociación. Este comportamiento se presenta en la misma media por categoría de productor. Es importante resaltar que algunos de los productores no asociados, manifestaron su interés por conformar una agremiación o participar de una ya existente. Entre los beneficios que mencionan los productores de participar en agremiaciones están los mejores precios por la no presencia de intermediarios, por otro lado, estos manifiestan tener miedo por los volúmenes de producción mínimos que pueden llegar a requerir en la asociación y a perder su dinero por malos manejos administrativos.

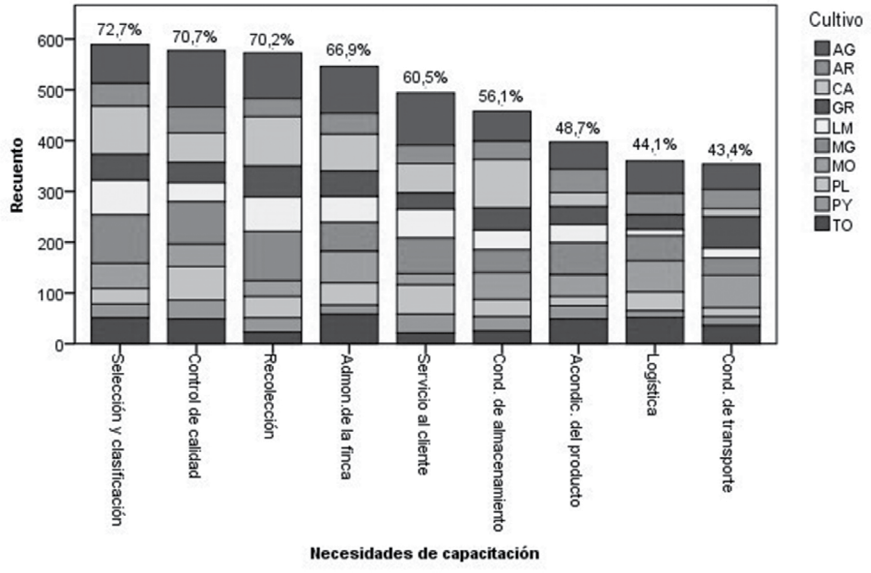
Figura 4.21. Participación de los productores hortofrutícolas en agremiaciones (n=810)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

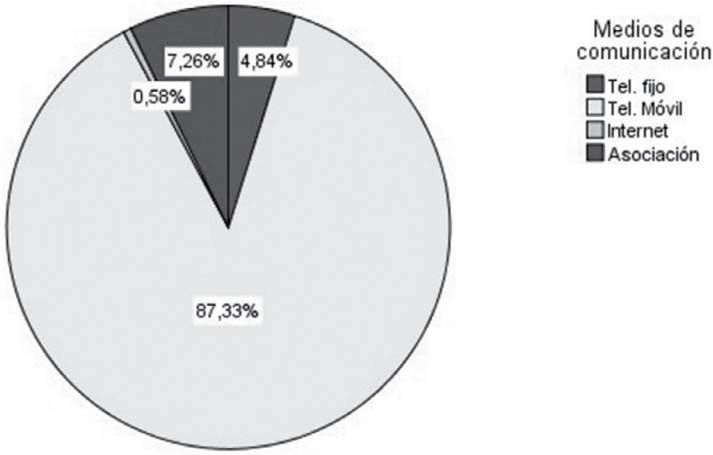
En cuanto a necesidades de capacitación, los productores expresan especial interés con temas relacionados con la selección y clasificación del producto, servicio al cliente y la administración de la finca (Figura 4.22). Las necesidades están sentidas para todo tipo de productor, aunque los menores productores no reportan en alto grado necesidad de formación. En relación con la comercialización de F-H, el medio de comunicación utilizado con mayor frecuencia para contactar a los transportadores, intermediarios y comercializadores es el teléfono móvil, lo hacen conforme se presenta la necesidad de transportar o comercializar su producción (Figura 4.23). También manifiestan que a veces no necesitan comunicarse con el comprador, pues este se desplaza frecuentemente a las veredas en busca del producto, sobre todo en épocas de cosecha.

Figura 4.22. Necesidades de capacitación a los productores (n=816)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Figura 4.23. Medios de comunicación utilizados por los productores hortofrutícolas (n=867)



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Caracterización del Eslabón: Comercializadores/Distribuidores

El eslabón de comercializadores/distribuidores se caracterizó en particular a partir de los sitios de comercialización, los criterios de calidad que aplican al momento de compra de la fruta y el rol de los intermediarios en la cadena.

Aspectos generales

En el Tolima el sistema de comercialización empleado para las frutas y hortalizas se constituye en el prototipo del sistema prevaleciente en la agricultura tradicional, el cual es bastante ineficiente, debido al sistema de participación de los productores en la negociación y en general porque se evidencia que en esta etapa complementaria de la poscosecha, existe alto un grado de concentración de la demanda. En este sentido, el acopiador rural se encarga de comprar el producto a pequeños productores a precios desfavorables para su posterior distribución. Esta situación se presenta por el bajo grado de organización, bajos volúmenes de producción, calidad heterogénea del producto, y altos costos que representa el transporte para los cultivadores. De igual manera, las limitadas estrategias de comercialización implementadas por los productores, el bajo número de clientes y el desconocimiento del mercado hacen que el sistema presente inequidades para los productores.

Sitio de comercialización

La cuantificación de la información permitió determinar que la totalidad de los pequeños y una parte de los medianos productores (50 %) venden su producto en la finca o en la carretera principal, básicamente por no contar con los medios y el dinero para incurrir en los costos del transporte, situación que obliga al agricultor a aceptar el precio que fija el intermediario; de otra parte, el 50 % de los medianos y el 100 % de los grandes productores vende en mercados especializados o puntos de acceso directo al consumidor. Es importante tener en cuenta que a pesar que el transporte al sitio de comercialización no lo realiza el productor, este sí incurre en este costo. Con respecto al costo del producto, el comercializador muchas veces no invierte en la compra de los productos, dado que el productor vende con pago después de la venta, la cual puede ser el mismo día si es poca mercancía u ocho días si se son grandes cantidades (mayor a una tonelada).

Poscosecha en la comercialización

El manejo poscosecha durante la comercialización en la mayoría de los productos en estudio es deficiente, puesto que los productos presentan demoras desde 12 a 24 horas en el sitio de recolección para ser transportado a bordo de carretera, expuesto a la temperatura del medio, esto genera que la temperatura interna del producto se eleve 10°C por encima de la temperatura óptima de almacenamiento; esta condición altera la degradación de la fruta y aumenta las pérdidas. Lo anterior se presenta en razón a que los lugares de almacenamiento de los comercializadores no cuentan con un diseño y uso de aditamentos y equipos que reduzcan la temperatura y se conserve el producto en excelentes condiciones durante la comercialización.

Calidad en la comercialización

En general, la aceptación de los productos en el mercado interno es excelente. Los problemas por tamaño, fermentación, lixiviados, daños en la piel causados por insectos y daños mecánicos generados por mala manipulación se presentan en pequeñas proporciones, pero no afectan las características

fisicoquímicas y organolépticas del producto, cualidades que le permiten al comercializador realizar la venta. Los principales criterios de calidad que los comercializadores tienen en cuenta para comprar el producto son el grado de madurez y las características físicas como tamaño, peso y firmeza. Estos criterios se fijan fundamentalmente por exigencias del mercado. A nivel de los comercializadores no se utiliza ningún instrumento para medir algún parámetro de calidad. Tan solo la mitad de los comercializadores realiza alguna labor de acondicionamiento al producto para comercializarlo.

Intermediación hasta el punto de venta

La comercialización generada por pequeños y dispersos productores, frecuentemente se lleva a cabo mediante un proceso de intermediación desde la finca del productor, donde el acopiador se encarga de la recolección, adecuación, empaque y transporte del producto, para concluir su labor con la actividad de mercadeo. Este intermediario se apropia de un significativo porcentaje del valor comercial del producto. En otras ocasiones el proceso de intermediación es realizado por los mayoristas y minoristas desde la cabecera veredal, donde las decisiones de compra y venta se centran en ellos. En la comercialización de estos frutos intervienen diferentes agentes que participan en la actividad de la comercialización y cada uno realiza una función definida dentro del proceso (Tabla 4.5).

Cabe anotar, que los productos agrícolas (frutas y hortalizas) por ser parte indispensable de la canasta familiar, dan origen a múltiples tipos de mercados, desde la venta de los productos en supermercados, tiendas de cadena, tiendas de barrio y vendedores ambulantes, donde se concentran cantidades importantes del producto. Estos últimos puntos de venta con manejos inadecuados que contribuyen a alterar la calidad e inocuidad del producto.

Tabla 4.5. Funciones de los agentes de comercialización

Agente	Función ejecutada						
	Recolección	Clasificación	Acopio	Acondicionamiento	Almacenamiento	Transporte	Distribución
Acopiador veredal	X		X	X	X	X	X
Acopiador veredal y transportador			X			X	X
Transportador veredal						X	
Mayorista Municipal			X				X
Mayorista Galería		X					X
Minorista Rural							X
Minorista Urbano							X

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Labor de comercialización y negociación

Es frecuente que los comercializadores visualicen su actividad en un buen estado, pero todavía con posibilidades de mejoramiento. Se concibe una mejor comercialización con productores que se encuentran organizados y concentrados como el caso de aguacate, limón, arracacha y mora, debido a que los comercializadores prefieren comprar en zonas con buena oferta, donde tengan oportunidad para clasificar el producto. En términos de aseguramiento de la venta, los productores no gozan de este privilegio, puesto que los compradores son personas naturales que tampoco están organizados. El productor no maneja ninguna estrategia diferente de comercialización y son muy pocos los productores que venden directamente su producto al consumidor final.

Para la negociación no existe un lugar indicado, regularmente se realiza de forma informal —voz a voz— o la mayoría de veces a través de llamadas al celular; no existe un documento que respalde dicha venta, y en muchas ocasiones el comercializador no tiene una bodega sino que el negocio

se limita a comprar y vender; de esta manera deja muchas veces al productor sin el pago de la mercancía. El pago del producto regularmente se efectúa a los ocho días de la negociación, con excepción de la mora que se realiza el mismo día de la venta o a más tardar tres días después.

Problemáticas identificadas

A partir del análisis de los resultados de la consulta a comercializados, es posible sustraer que los principales problemas para la comercialización de productos H-F son:

- La falta de condiciones controladas para el almacenamiento de los productos.
- Inexistencia de estrategias de mercado para aumentar la comercialización del producto e identificar posibles mercados potenciales.
- El producto que no se vende usualmente se vota a la basura de las galerías, aumentando los niveles de contaminación.
- Se requieren mejores empaques para que el producto llegue en buenas condiciones a la comercialización.
- Falta de sincronización de los eslabones cada una de las cadenas.
- Fuerte competencia.

Conclusiones

Los rendimientos de producción por hectárea de cada producto son muy variados y difieren de las cantidades sembradas y cultivadas entre los diferentes tipos de productores, debido a la posibilidad que tienen los mayores productores al acceso y utilización de mejores tecnologías y a la aplicación de BPA en sus cultivos. En coherencia con lo planteado por estudios previos como el adelantado por Orjuela, Castañeda & Rivera (2015), los procesos más sensibles y que afectan de manera sustancial la cadena H-F del Tolima son el almacenamiento y transporte de los productos, puesto que los actores que se encargan de estos procesos no tienen los recursos ni el conocimiento necesario para ello.

Por otro lado, si bien es cierto que los productores tienen un alto conocimiento en el cultivo de los productos, muchos adolecen de la aplicación de BP tanto en cosecha y poscosecha, por eso se dificulta el proceso logístico y comercial de los productos y aumenta las posibilidades de pérdidas del producto final. La limitada incorporación de BP en la cadena productiva de frutas y hortalizas es una situación similar a la que se reporta en otras investigaciones colombianas dedicadas al estudio de las cadenas productivas agrícolas como es el caso del cacao en el Meta (Castellanos, Fuquene, Fonseca, Ramírez, Giraldo & Valencia, 2011a) y la papaya en el Valle (Castellanos, Fuquene, Fonseca, Ramírez, Giraldo & Valencia, 2011b).

En el proceso de comercialización de los productos hortofrutícolas existe un variado número de actores —intermediarios— que intervienen en la cadena, con características e intereses muy distintos. Estos inciden notablemente en los precios finales de los productos al consumidor. Aunado a lo anterior, estos agentes no poseen las condiciones necesarias para mantener la calidad de los productos, lo cual dificulta su proceso de mercadeo, así como entrar en cadenas de comercialización de mayor valor como las grandes superficies o incluso con clientes internacionales, debido a los parámetros de calidad que exigen. Las dificultades en el manejo poscosecha de las frutas para el caso del Tolima, es coherente con lo ya indicado por Reina & Wilson (2014) al estudiar la logística de productos perecederos como las frutas y hortalizas en las regiones del Meta y Cundinamarca en Colombia.

Referencias

Castellanos, O., Fúquene, A., Fonseca, S., Ramírez, D., Giraldo, E., & Valencia, M. (2011a). *Estudio de la cadena productiva de cacao en el Ariari. Grupo Biogestión UNAL - Ministerio de Comercio Industria y Turismo Colombia.* Recuperado de http://www.mipymes.gov.co

Castellanos, O., Fuquene, A., Fonseca, S., Ramírez, D., Giraldo, E., & Valencia, M. (2011b). *Estudio de la cadena productiva de la papaya en la Región del Norte del Valle (BRUT)*. Grupo Biogestión UNAL - Ministerio de Comercio Industria y Turismo Colombia. Recuperado de http://www.mipymes.gov.co

Convenio 1032-2013. (2013). *Informes técnicos*. Ibagué, Colombia: Universidad de Ibagué.

García, M., Montaño, L., & Montoya, A. (2012). Análisis comparativo de competitividad de las cadenas productivas de cacao de Colombia y Ecuador. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *29* (1), 99-112.

Orjuela, J., Castañeda, I., Rivera, J. (2015). La Logística en la Cadena de Frutas. Asohofrucol, Bogotá. *Revista Frutas & Hortalizas*, *39*, 10–15.

Reina, L., & Wilson, A. (2014). Logística de productos perecederos: estudio de caso en Fuente de Oro (Meta) y Viotá (Cundinamarca). Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *8* (1), 80–91.

5. Buenas prácticas para la poscosecha de productos hortofrutícolas

Yanneth Bohórquez Pérez, Justhy Meliza Moreno Henao

Las buenas prácticas en las labores de poscosecha (BPP) corresponden a un conjunto de actividades que se realizan luego de cosechados los productos hortofrutícolas para conservar su calidad, en ese sentido, las BPP fueron un pilar fundamental en la etapa de poscosecha del proyecto Diseño e implementación de un modelo logístico como base para la integración de valor de la Cadena Hortofrutícola del Tolima (Convenio 1032-2013), que permitió al equipo técnico desarrollar diferentes jornadas de capacitación a productores y diseñar una intervención intrafinca para mejorar las condiciones poscosecha, promover la aplicación de las BPP y contribuir a nivel piloto, con la calidad de los productos hortofrutícolas del Tolima. En este capítulo se presentan los fundamentos conceptuales de las BPP tenidos en cuenta para la capacitación y los resultados de la intervención intrafinca que se realizó en tres momentos por saber: diagnóstico de las condiciones poscosecha en las unidades productivas seleccionadas por el proyecto, mejoramiento intrafinca y seguimiento de la intervención.

Las buenas prácticas en las labores de poscosecha

Las frutas y hortalizas son apetecibles por su gusto exquisito, aroma, color y sobre todo por las propiedades nutricionales, vitaminas y minerales que aportan en la dieta humana (Bhat & Paliyath, 2016; Carbajal, 2013). Sin embargo, son productos vivos perecederos que requieren acciones coordinadas por parte de los productores, operadores de almacenamiento, procesadores y minoristas para conservar sus parámetros de calidad, aumentar la vida útil y reducir las pérdidas/desperdicios de alimentos (Kyriacou & Rouphael, 2017; Mahajan *et al.,* 2017). En Colombia, la falta de estas acciones genera pérdidas de considerable importancia económica para el sector agrícola nacional, reportándose del total de alimentos perdidos un 62 % de frutas y hortalizas y

25 % raíces y tubérculos, representado en las diferentes etapas de las cadenas de suministro: producción agropecuaria 40,5 %, poscosecha y almacenamiento 19,8 % y procesamiento industrial 3,5 % (DNP, 2016).

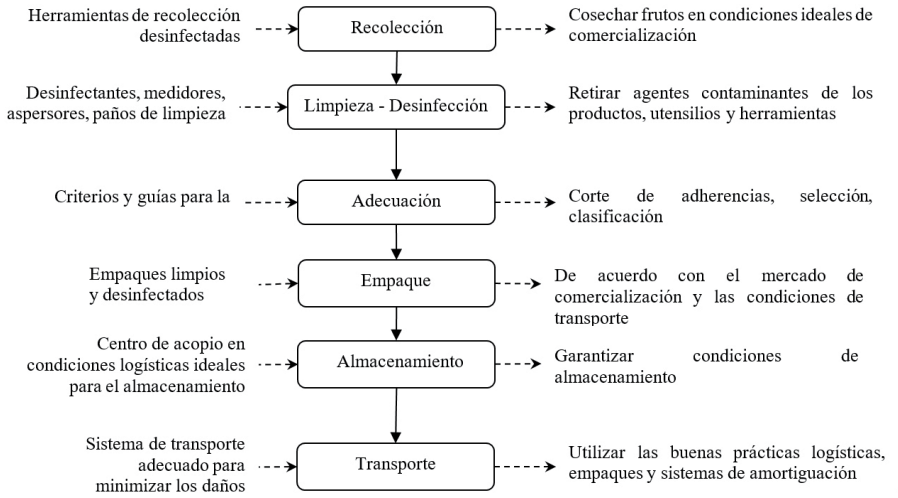
Las tecnologías en posproducción han logrado importantes avances para garantizar las condiciones ideales de conservación de las frutas y hortalizas, algunas de ellas y tal vez las más importantes, responden al control de variables como: temperatura, humedad relativa y composición atmosférica (concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y otros gases), para lo cual se requiere una adecuada infraestructura y sistemas de frío que permitan el control de estas variables (Brasil & Wasim, 2018). No obstante, para países que no cuentan con esta infraestructura, existe también una amplia gama de tecnologías y buenas prácticas que tienen la potencialidad de adecuarse a las necesidades de los productores y demás actores de la cadena, para ayudar a reducir pérdidas entre la cosecha y el consumo, mantener la calidad de los productos hortofrutícolas y proteger la seguridad alimentaria (Kitinoja & Kader, 2003; Norton, 2017).

En ese sentido, las BPP de frutas y hortalizas, responden a una adecuada manipulación de estos productos luego de la cosecha y no necesariamente con el uso de alta tecnología (Kader, 2011). Estas prácticas ayudan a minimizar las pérdidas por recolección temprana, falta de selección y clasificación, daños mecánicos ocasionados por un mal transporte o inadecuado uso de materiales de empaque que aumentan la susceptibilidad a ataques de microorganismos, pérdida excesiva de agua y la falta de prácticas de limpieza y desinfección de todas las herramientas utilizadas en las actividades de poscosecha (Horacio, 2000; Yahia, Ornelas-Paz & Elansari, 2011).

Como se estra en la Figura 5.1, en la labor de poscosecha de frutas y hortalizas se involucran generalmente seis tareas secuenciales: *recolección, limpieza/ desinfección, adecuación, empaque, almacenamiento, transporte*. Para cada una de ellas, las buenas prácticas precisan los requerimientos de entrada, las acciones para la adecuada manipulación y el propósito de su puesta en marcha. Los requerimientos de entrada pueden variar desde elementos físicos como la disposición de las herramientas apropiadas de corte según sea la naturaleza y forma del producto por cosechar, hasta la disposición de una locación debidamente habilitada y dedicada a operar como centro o lugar de acopio;

del mismo modo, las acciones responden a la manipulación de los productos con las herramientas, técnicas y utensilios precisos para minimizar los daños y riesgos. En general, los propósitos de la aplicación de las BPP, convergen al aseguramiento de la calidad de los productos cosechados y al cumplimiento de las condiciones ideales para lograr una exitosa comercialización.

Figura 5.1. Flujograma de operaciones en poscosecha de frutas y hortalizas



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Diagnóstico del manejo poscosecha intrafinca

Para conocer la situación de las condiciones de poscosecha intrafinca y del uso de las BPP en las 108 unidades productivas seleccionadas como beneficiarias del Convenio 1032 – 2013 para intervención poscosecha, se realizó un diagnóstico a través de visitas asistidas de campo con instrumentos específicos de recolección de información. Los resultados de este diagnóstico evidencian que los productores realizan prácticas culturales con algunas deficiencias en el manejo y las condiciones poscosecha, que se reflejan en pérdidas de producto tanto económicas como físicas. Muchos de los productores expresaron que algunas de las causas son la falta de capacitación, herramientas o mercados que incentiven la comercialización de productos de alta calidad. A continuación,

se presentan los resultados del diagnóstico de las labores de recolección, adecuación, empaque y almacenamiento que tenían lugar en las unidades productivas intervenidas.

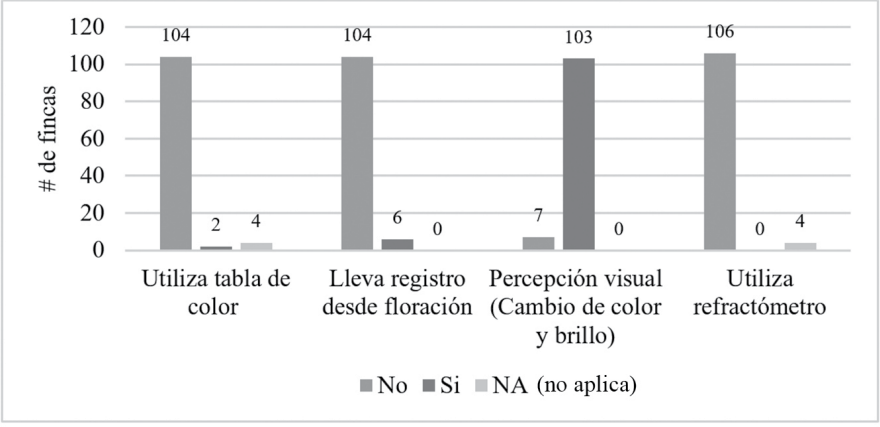
- *Labor de recolección*

Fue el primer factor de poscosecha evaluado intrafinca. La recolección o cosecha consiste en separar la porción vegetal de interés comercial (frutos, raíces, tubérculos, semillas u hortalizas) de la planta madre, es el inicio de la etapa de preparación y acondicionamiento de los productos para el mercado. La actividad de recolección inicia con el desprendimiento cuidadoso de los frutos de la planta o el árbol, con o sin la ayuda de herramientas de corte y de recipientes recolectores para facilitar el transporte al lugar de acopio. Es muy importante la capacitación del personal para realizar una adecuada selección en estado ideal de maduración, manejo cuidadoso en la operación y el uso de herramientas previamente desinfectadas, con el objetivo de disminuir los daños mecánicos (golpes, magulladuras, rajaduras, otros) y pérdidas por cosecha antes o después del momento ideal de maduración (Piñeiros & Días, 2004).

Uno de los aspectos clave en la labor de recolección es definir el momento apropiado de recolección. Los indicadores de madurez son métodos subjetivos y objetivos que se usan para identificar el momento óptimo de recolección, como el color, tamaño, forma, tiempo, olor, lenticelas, brillo y demás características propias de cada producto, región y variedad. Son indicadores que se perciben visualmente a partir de la experiencia o con la ayuda de herramientas como tablas de color o las características de composición de los productos como contenido de sólidos solubles, almidones o acidez, contenido de jugo o aceite, firmeza, terneza, respiración y concentración de etileno que se miden utilizando refractómetros, pruebas de laboratorio o penetrómetro. La madurez comercial puede coincidir o no con la madurez fisiológica, por tal razón es importante planificar la cosecha y conocer los indicadores de madurez o recolección para evitar una cosecha muy temprana o muy tardía que afecte la comercialización y vida útil de los productos (Flores, 2011).

En este sentido, se observó que los productores recurren al método subjetivo como principal técnica para definir el momento óptimo de recolección, teniendo en cuenta la experiencia del recolector y los parámetros que se perciben visualmente. No obstante, un pequeño grupo de productores utilizan herramientas como tablas de color y el tiempo desde la floración para planificar la recolección. Las herramientas tecnológicas son usadas en menor medida con el fin de cuantificar los parámetros de composición como el refractómetro (Figura 5.2).

Figura 5.2. Indicadores de madurez utilizados en la recolección

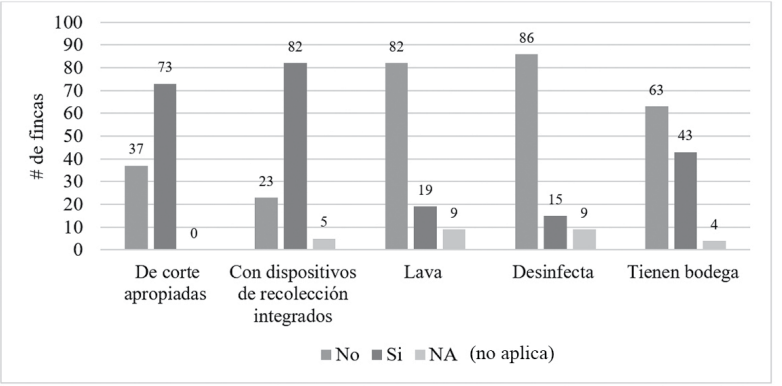


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Otro de los factores importantes en esta labor son las herramientas de recolección. Se evidenció que de los 110 productores el 66 % utilizan herramientas de corte apropiadas, mientras que el 33 % realizan el desprendimiento de los frutos de forma manual. En algunos productos, como aquellos que se encuentran a más de dos metros de altura (mango, aguacate) se requieren herramientas con dispositivos integrados como *cóngolos* o *pérgolas,* y se evidencia que el 75 % de los productores utilizan estos dispositivos para evitar daños mecánicos por golpes o rajaduras en los mismos. También se encontró que en su mayoría las tareas como el lavado, la desinfección y la administración de bodegas para el almacenamiento de las herramientas, no

cuentan con presencia regular en las unidades productivas, limitando las buenas prácticas en la labor de recolección (Figura 5.3). Se pudo evidenciar que, para la mayoría de los productores, el criterio de madurez sigue siendo el color, aunque se conoce su subjetividad y posterior debilidad en el procese maduración de los frutos.

Figura 5.3. Prácticas relacionadas con las herramientas de recolección



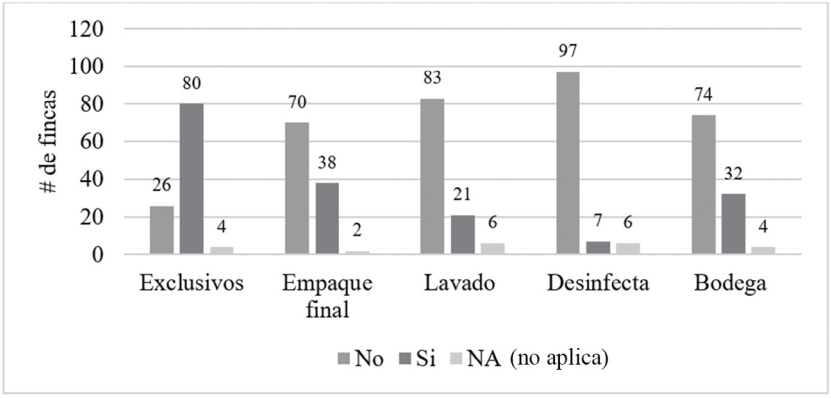
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Complementario a las herramientas de recolección, los productores utilizan los recipientes de recolección. Del total de consultados, el 72 % expresaron tener un recipiente exclusivo para la recolección de cada producto presente en la finca, evitando la contaminación cruzada y ocasionar daños mecánicos por un inadecuado recipiente. Una práctica muy recomendada en poscosecha es la manipulación mínima, que consiste en utilizar el recipiente de recolección como empaque final de comercialización, práctica que realizan el 35 % de los productores beneficiarios, principalmente en el caso de las pasifloras y el tomate, mientras el 63 % restante reempacan o reenvasan los frutos produciendo en la mayoría de casos un porcentaje importante de daños por maltrato o golpes en los mismos.

Del mismo modo que en las herramientas, el lavado y la desinfección, la manipulación mínima no es una práctica común entre los productores, lo cual pone en riesgo la inocuidad del producto final y promueve la contaminación

cruzada (Figura 5.4) minimizando así la posibilidad de participar en mercados de exportación.

Figura 5.4. Prácticas relacionadas con los recipientes de recolección



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Labor de adecuación*

Luego de la recolección, los productos hortofrutícolas deben pasar por una serie de operaciones para cumplir criterios de calidad, innocuidad y especificaciones del mercado. En las frutas como aguacate, mango y tomate, la primera labor de adecuación es el corte de adherencias (pedúnculo) que se realiza de acuerdo con las especificaciones del mercado final de comercialización; en las pasifloras, como la granadilla, la primera labor de adecuación consiste en seleccionar la fruta y poner un mallalón antes de la recolección, para disminuir los daños mecánicos durante el transporte; en las raíces o tubérculos como la arracacha se realiza una operación de curado para que la piel se adhiera a la pulpa y las pequeñas lesiones se curen y se convierta en un agente protector ante el daño mecánico y el riesgo biológico (para conocer más sobre los diferentes productos, ver Anexo A).

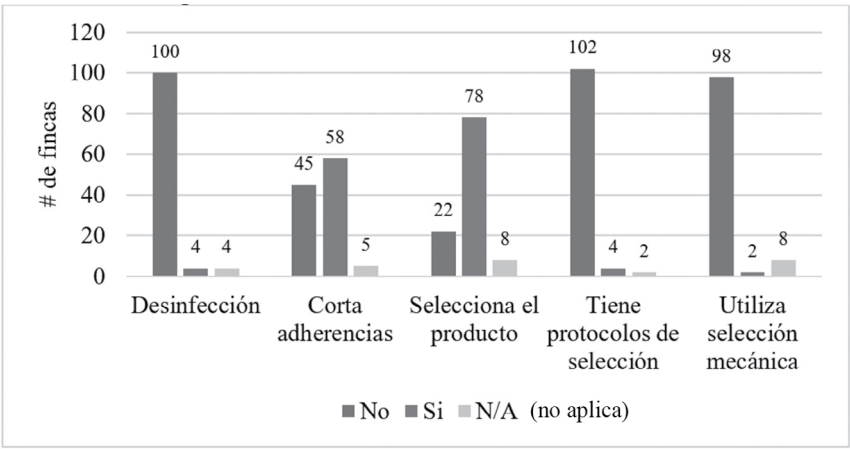
Estas actividades se complementan con la limpieza y desinfección de los productos, y la posterior selección y clasificación. La selección es una operación de manejo que se efectúa para eliminar productos dañados, sobremaduros, inmaduros y con daños mecánicos, con el fin de limitar la

propagación de infecciones a las demás unidades —especialmente si no se usan pesticidas poscosecha— y ahorrar energía en actividades posteriores de manipulación como el transporte. Para disminuir la manipulación de los productos cosechados, es recomendable realizar la selección en el momento de la recolección o en caso contrario, evitar el exceso de manipulación.

La clasificación también es fundamental para obtener ganancias en la comercialización si ciertos tamaños reciben un mayor precio o valor en el mercado. Los productores pueden clasificar los frutos de acuerdo con las categorías que exige el mercado o utilizando las Normas Técnicas Colombianas (NTC). Ambas categorías contemplan variables como defectos superficiales que no afecten la calidad, tamaño, color, forma, peso o la combinación de algunas de ellas, para clasificar en categorías extra: primera, segunda o de uso agroindustrial. Los productores pueden usar balanzas, anillos de tamaño u otras herramientas para realizar una clasificación más acertada. Se debe garantizar que los productos clasificados sean empacados homogéneamente en los parámetros que se establecieron.

Para el caso de los productores de este estudio, se identificó que la mayoría con un 91 % no realiza labores de limpieza y desinfección de productos y ello disminuye la innocuidad de los mismos, un 41 % realiza corte de adherencias con las respectivas herramientas y el 73 % realiza selección y clasificación del producto de acuerdo con las especificaciones del mercado y principalmente a la experiencia del productor, no obstante, los protocolos de selección y la selección mecánica no son utilizados (Figura 5.5). También es importante aclarar que los productores asemejan la clasificación con la selección, razón por la cual asumen el quitar frutos dañados como la selección (Codex Alimentaruis, 2007).

Figura 5.5. Parámetros de adecuación de las frutas



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

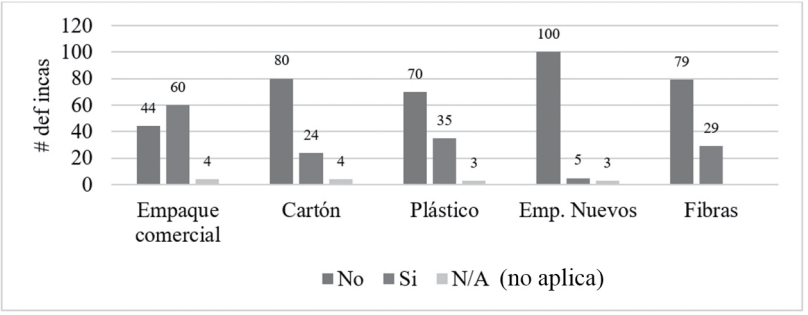
- *Labor de empaque*

La calidad con que llegan los productos hortofrutícolas al consumidor depende en gran medida del empaque y el material del mismo, por tal razón es de vital importancia seleccionar el empaque que mejor se ajuste a las características de los productos y las condiciones logísticas de manejo postcosecha; una adecuada selección del empaque y embalaje debe corresponder con las exigencias cada vez mayores, tanto del mercado de exportación como del mercado local, para brindar protección, solucionar problemas en la conservación, prolongar la vida útil y al mismo tiempo ser una estrategia de posicionamiento comercial de los productos. Para el mercado local y a nivel nacional, generalmente se utilizan cajas de cartón, sacos de fibra o canastillas plásticas de fondo liso con costados perforados para evitar el calentamiento de los productos.

Los empaques utilizados por los productores intervenidos, en la mayoría de los casos observados, no corresponden con un adecuado proceso de selección sino con las necesidades de comercializar los productos, lo cual se evidenció en el uso del embalaje comercial que responde *a cajas de cartón manzaneras* reutilizadas sin previa desinfección, por parte del 55 % de los beneficiarios. En una menor proporción se utilizan las canastillas plásticas, sacos de fique, cartón. Tan solo el 5 % utiliza empaques nuevos para

la comercialización, como es el caso de las bolsas plásticas para la venta del plátano (Figura 5.6). Para el sector es necesario continuar con la investigación y desarrollo de empaques apropiados a la naturaleza y forma de los frutos, que cumplan con las características de biodegradabilidad y que se ajusten a las condiciones de productos que siguen procesos fisiológicos (Villada, Acosta & Velasco, 2007).

Figura 5.6. Empaques utilizados dentro de la finca



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Labor de almacenamiento*

Desde el momento de la cosecha, los productores deben minimizar los riesgos por exposición al sol, al polvo, a la lluvia y a agentes contaminantes que afecten la innocuidad y generen pérdidas en los productos. El almacenamiento intrafinca durante la recolección debe realizarse aislado del suelo en una zona especial que además tenga cobertura, de tal modo que se protejan los productos mientras se trasladan a la zona de selección y clasificación o almacenamiento temporal. La zona de almacenamiento temporal debe estar cerrada para evitar la entrada de insectos, roedores y aves, con buena ventilación, entradas y salidas de flujo de aire, tener pisos plásticos o estibas que aíslen los productos del piso y tener, en la medida de lo posible, sistemas aisladores de calor.

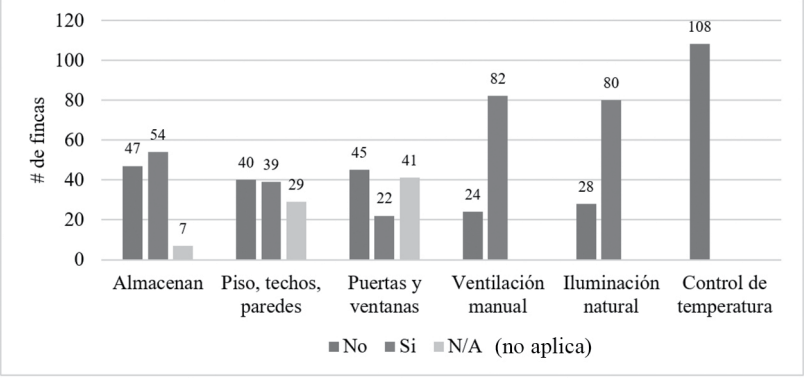
En almacenamiento es fundamental que los productores utilicen las buenas prácticas logísticas para apilar y organizar las unidades de carga de acuerdo con las características del material de empaque, rotar los productos garantizando que aquello que primero entra, primero sale; registrar los productos almacenados

en las diferentes categorías clasificadas y disponer de zonas adecuadas para el despacho. Las buenas prácticas agrícolas exigen, entre otras cosas, tener las zonas de almacenamiento libres de químicos y demás agentes contaminantes.

La variable de almacenamiento dentro de la finca presenta importantes deficiencias, aunque el 52 % de los productores almacenan en la finca mientras la comercialización y es este tiempo corto, sin embargo, las condiciones físicas y logísticas del sistema no son las mejores. Como se puede observar en la Figura 5.7; en el 36 % de los casos el sitio de almacenamiento del productor presentaba pisos de tierra, techo en teja de zinc, sin o solo con una pared o reemplazándolas mediante laterales en polisombra verde, características del sistema denominado *enramada*.

También se evidenció que solo en el 18 % de las fincas visitadas había puertas como mecanismo de acceso al centro de acopio y para el control de plagas. No obstante, la ventilación e iluminación era en su mayoría natural y no se encontró en ninguno de casos, control de temperatura durante el almacenamiento. Estas condiciones de almacenamiento sin duda alguna afectan la calidad y vida útil de la fruta, por cuanto, cada producto requiere de una temperatura óptima de almacenamiento. Algunas frutas tienen la necesidad de bajar el calor que obtienen en el campo, y acondicionarse incluso con tratamientos de preenfriamiento (Inestroza, Voigt, Muniz & Gómez, 2016).

Figura 5.7. Condiciones del sistema de almacenamiento en finca



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

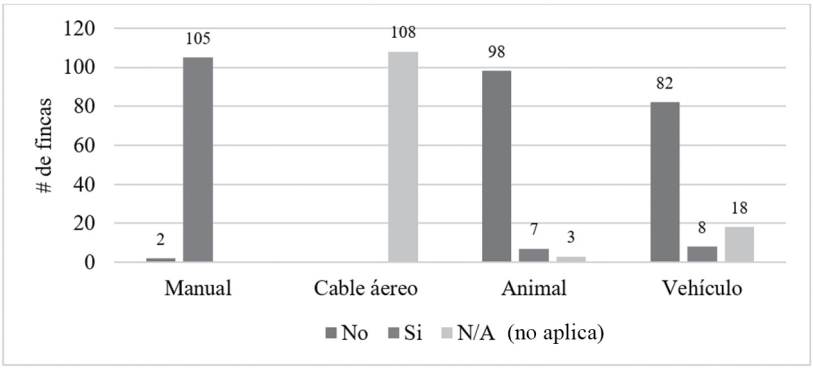
- *Labor de transporte*

Es recomendable realizar el transporte de los productos a comercializar en horas de la tarde o la madrugada para evitar que se calienten. Dada la relevancia del costo que se genera en el desarrollo operativo del transporte de los productos hasta su destino, es importante el desarrollo de acciones que contribuyan a la disminución del gasto monetario generado, como planificar la carga para despachar productos seleccionados y clasificados, definir el tipo de transporte, establecer la ruta de distribución, consolidar la seguridad de la carga teniendo en cuenta las características de los productos, el material de embalaje, el adecuado apilado de las unidades de cargas, para permitir una circulación del aire que se lleve el calor de los productos y sistemas de amortiguación para disminuir el impacto mecánico. En ese sentido, las buenas prácticas logísticas son una guía para planificar el transporte adecuado de los productos hortofrutícolas, de acuerdo con el medio de transporte que se usará (terrestre, marítimo, aéreo).

En las unidades productivas visitadas, los productos hortofrutícolas son transportados manualmente hasta el centro de almacenamiento temporal, debido a que la mayoría de los productores beneficiarios se encuentran ubicados en zona montañosa de ladera, donde el 9 % utiliza el transporte animal (como es el caso de los productores de hoja de cachaco) mientras el 10 % utiliza vehículo (como es el caso de los productores de mango o limón que se encuentran en los valles o zonas planas). Una alternativa al transporte de los productos hortofrutícolas que disminuye el tiempo de transporte y las pérdidas por el impacto mecánico generado, es el cable aéreo o las *garrochas* que desafortunadamente aún no se utilizan en estas zonas de producción (Figura 5.8).

Son muchos los sistemas de amortiguación que se utilizan en el transporte para disminuir los riesgos de daños mecánicos, afectación de atributos de calidad y pérdidas de mercancía en las operaciones logísticas. Para los productos que requieren mayor protección existen sistemas de amortiguación como divisiones de cartón, espuma de polietileno o alvéolos; en otros productos como las pasifloras, el mango y la guanábana se ha optado por poner mallalón individual en cada fruto para proteger y garantizar la calidad. Del mismo modo, se han diseñado bolsas de polietileno microperforado que permitan un empacado en atmósferas modificadas (EAM) y aumento en el tiempo de vida del producto.

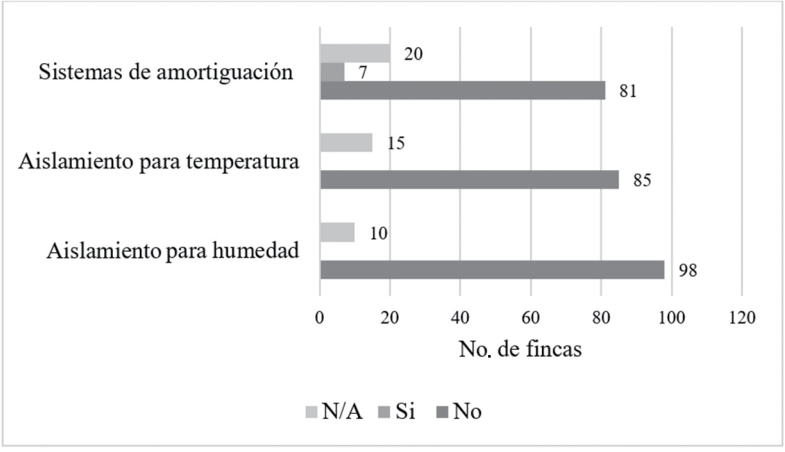
Figura 5.8. Transporte intrafinca



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En los productores beneficiarios, solamente el 19 % utiliza sistemas de amortiguación en el transporte como periódicos o costales y espuma al interior de las canastillas como es el caso de la guanábana y la granadilla; también se evidenció que para el transporte animal algunos productores utilizan yumbolón como amortiguación y para evitar el calentamiento y la contaminación. En ninguno de los casos se reportó sistemas de aislamiento para temperatura y humedad como se evidencia en la Figura 5.9.

Figura 5.9. Sistemas de aislamiento y amortiguación en el transporte



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Esta caracterización evidencia las deficiencias de los productores en cuanto a la utilización de las buenas prácticas poscosecha, tanto por ausencia de herramientas como por falta de capacitación y apoyo de las instituciones para mejorar la calidad y disminuir las pérdidas de los productos hortofrutícolas. En ese sentido, la estrategia de intervención intrafinca facilitó una serie de capacitaciones y dotaciones, para contribuir con la aplicación de estas técnicas en la mejora del campo tolimense, como se muestra a continuación.

Acciones de mejoramiento de las condiciones intrafinca

En el marco de la estrategia de mejoramiento intrafinca se plantearon ocho acciones orientadas a la mejora de las actividades de manejo poscosecha para los beneficiarios priorizados en las zonas (Tabla 5.1). Siguiendo la Metodología de Análisis Sistémico de Sensibilidad (MASS) propuesta por Vester (1997) y recomendada por Malagón & Prager (2001), el equipo técnico ejecutor del Convenio 1032-2013 adelantó las acciones de mejora intrafinca, a través de jornadas de capacitación, asistencia y seguimiento.

Tabla 5.1. Estrategias de mejoramiento intrafinca diseñadas en la Estrategia 2

Acciones de mejoramiento	Instrumento
Formar en las buenas prácticas en poscosecha	Material de formación docente y talleres teórico-prácticos
Diseñar protocolos con las buenas prácticas en poscosecha	Guías con las especificaciones para el adecuado manejo de productos
Dotar de herramientas apropiadas para la recolección y manipulación de productos	Uso de tijeras, pérgolas, guantes, desinfectantes, canastillas
Dotar de elementos apropiados para la adecuación, selección y clasificación de productos	Uso de mesas para selección y clasificación, criterios de clasificación, balanzas y canastillas
Cambiar o mejorar las condiciones de almacenamiento de producto en finca	Dotación de sistemas de almacenamiento en finca, estibas, señalización y punto ecológico
Generar mejores condiciones de empaque para facilitar el transporte de productos	Uso de canastillas plásticas y sistemas de amortiguación específicos por producto
Diseñar herramientas para el registro, monitoreo y control de la producción	Elaboración de formatos y capacitación en diligenciamiento
Diseñar prototipos tecnológicos para mejorar la labor poscosecha	Arnés para la labor de recolección de frutas y quemador eficiente para la hoja de cachaco

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

- *Formar en las buenas prácticas en poscosecha*

La capacitación de los productores se convirtió en una herramienta primordial para el aprendizaje de las actividades relacionadas con el manejo poscosecha, esta se diseñó con enfoque para productor nacional y para aquellos cuyo propósito fundamental serían las certificaciones internacionales para la exportación como Global Gap o Predio Exportador. Allí se profundizó en las prácticas poscosecha adecuadas para el manejo de producto en aras de conservar su calidad y disminuir las pérdidas. Las jornadas de capacitación en el manejo y preparación de frutas y hortalizas para la mayoría de los productores representó un primer acercamiento con la fisiología vegetal, el comportamiento biológico de los productos, las curvas de maduración y producción de etileno, la composición bioquímica y los métodos e instrumentos de medición como el refractómetro para el contenido de azúcares (°Brix), penetrómetro para la firmeza o dureza, las tablas de color como indicador del grado de madurez y la importancia de conservar la calidad de los productos desde el manejo y la aplicación de las BPP en las diferentes actividades intrafinca.

- *Diseñar protocolos con las buenas prácticas en poscosecha*

Para cada uno de los productos intervenidos, se diseñó un protocolo poscosecha que contiene el diagrama de operaciones de poscosecha y las buenas prácticas para las tareas de recolección, limpieza y desinfección, clasificación, empaque y almacenamiento, los cuales funcionarán como herramientas de apoyo para la toma de decisiones en el momento de aplicar las buenas prácticas. El diseño de este material fue realizado a partir de la revisión bibliográfica con la consulta a expertos científicos y validados por los agricultores seleccionados en cada uno de los productos. También hicieron parte de las guías generadas, las cuales contenían en forma resumida y didáctica: las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las Buenas Prácticas Logísticas (BPL). Dichas guías obedecieron a cartillas impresas que fueron transferidas y explicadas a los productores beneficiarios durante las visitas técnicas realizadas en campo, para que fueran apropiadas en la labor de poscosecha.

- *Dotar de herramientas apropiadas para la recolección y manipulación de productos*

Las unidades productivas fueron dotadas con herramientas de corte como tijeras de corte para los frutos que se encuentran en árboles menores de 2 m y pérgolas o cóngolos integrados para los frutos que se encuentran a más de 2 m. Las unidades productivas fueron provistas además con recipientes adecuados para llevar el producto cosechado al centro de acopio temporal y un kit de limpieza y desinfección para garantizar la inocuidad de los productos y minimizar la contaminación cruzada.

- *Dotar de elementos para la adecuación, selección y clasificación de productos*

Las unidades productivas fueron dotadas con mesas, así como con canastillas plásticas y balanzas electrónicas de alta capacidad para facilitar la separación de materiales extraños, productos enfermos o defectuosos y la clasificación de acuerdo con los criterios de comercialización. La mayoría de los productores beneficiarios fueron capacitados en el uso y mantenimiento de estos elementos.

- *Cambiar o mejorar las condiciones de almacenamiento de producto*

Con el objetivo de mejorar las condiciones logísticas para conservar la calidad de cada producto y disminuir las pérdidas por exposición al sol, plagas y enfermedades, lluvia o condiciones ambientales en los productos cosechados, se construyeron centros para el almacenamiento temporal intrafinca con tecnología modular, provistos de puertas, ventanas, techo y sistema de iluminación. Las unidades productivas que ya contaban con centro de almacenamiento temporal fueron adaptadas, mejorando así algunas condiciones como techo, puertas o ventanas. En todos los casos se entregaron estibas como sistemas de aislamiento y protección de producto.

- *Generar mejores condiciones en el empaque para facilitar el transporte de producto*

Se entregaron canastillas plásticas plegables para facilitar la operación logística de retorno a la unidad productiva y sistemas de amortiguación como mallalón y yumbolón para disminuir los daños mecánicos en la labor de transporte.

- *Diseñar herramientas para el registro, monitoreo y control de la producción*

Para este fin, se diseñaron y se entregaron formatos de registro para planificar la recolección de acuerdo con los periodos de tiempo, floración, inventario de producto por categoría de clasificación, insumos de la producción, empaques, operarios, costos y ventas. El objetivo de estos registros es motivar a los productores para que manejen su unidad productiva de una forma más organizada y con mayores ventajas para obtener las certificaciones para la exportación.

- *Diseñar prototipos tecnológicos para mejorar la labor poscosecha*

Por otro lado, como resultado del diagnóstico en fincas, se evidenció que los fruticultores demandan un considerable esfuerzo físico en todas sus labores y presentan gran dificultad para cumplir normas de seguridad y salubridad en el trabajo. En este sentido, el proyecto desarrolló dos prototipos tecnológicos con el objetivo de disminuir los riesgos ergonómicos y sociales, asociados a algunas labores relacionadas con la poscosecha de frutas y hortalizas. El primero, un arnés adaptable al dorso del recolector y orientado a facilitar la recolección de frutos pequeños y de bajo peso, como granadilla, limón, mora y aguacate. El segundo, un dispositivo mecánico y articulado de tres cuerpos, que permitió mejorar el proceso artesanal del soasado de la hoja de cachaco que realizan las comunidades indígenas del sur del Tolima, reduciendo a la vez, el esfuerzo físico del productor y los efectos nocivos a su salud, así como los consumos de material de combustión (madera de la región).

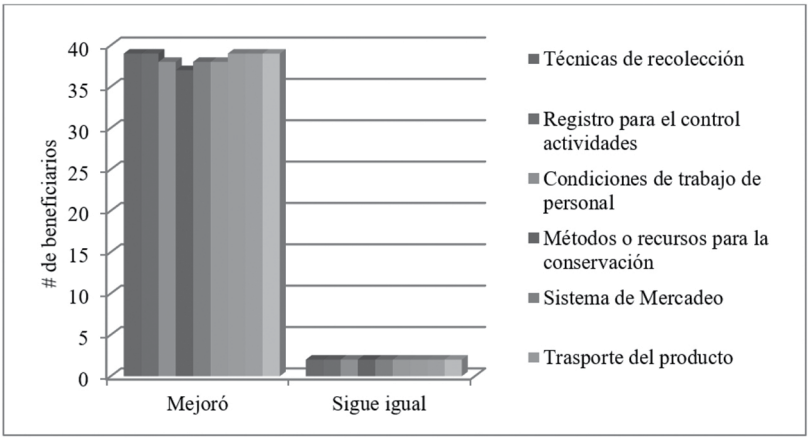
- **Seguimiento y evaluación de la intervención realizada**

El seguimiento y evaluación a la Estrategia No. 2 de intervención intrafinca determinó el impacto generado gracias a la transferencia de las buenas prácticas poscosecha en las unidades productivas de los 106 beneficiarios del proyecto. La evaluación de la intervención se realizó mediante una encuesta a 41 productores seleccionados aleatoriamente. Los resultados se presentan en operaciones poscosecha, registros de control en finca y problemáticas superadas.

Operaciones de poscosecha

La capacitación, el acompañamiento técnico y la dotación de utensilios y herramientas, fueron acciones para lograr que los agricultores mejoraran el manejo poscosecha y las actividades que afectan la calidad de los productos. En ese sentido, el 91 % de los productores encuestados como se evidencia en la Figura 5.10 optimizaron en sus unidades productivas y en las principales labores poscosecha.

Figura 5.10. Percepción de los productores, después de la implementación de mejoramiento poscosecha

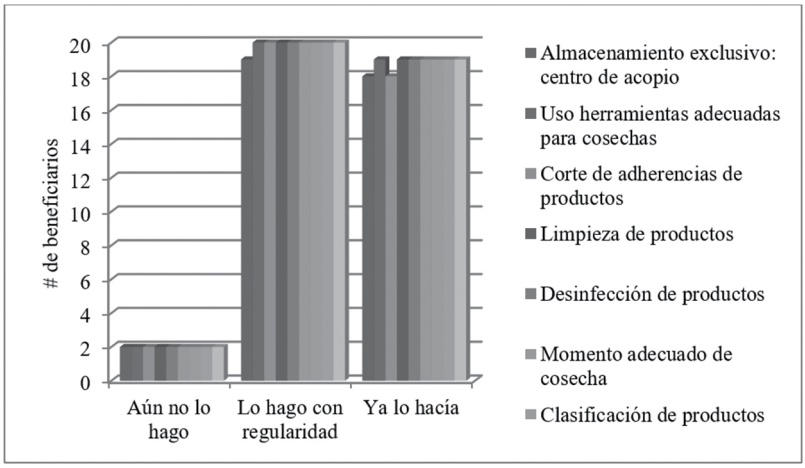


Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

No obstante, el 49 % de los productores cambiaron las actividades de manejo poscosecha de sus productos (Figura 5.11), apropiando las buenas prácticas de manejo poscosecha, agrícolas y logísticas, en aras de lograr una transformación en finca de manera positiva y exitosa.

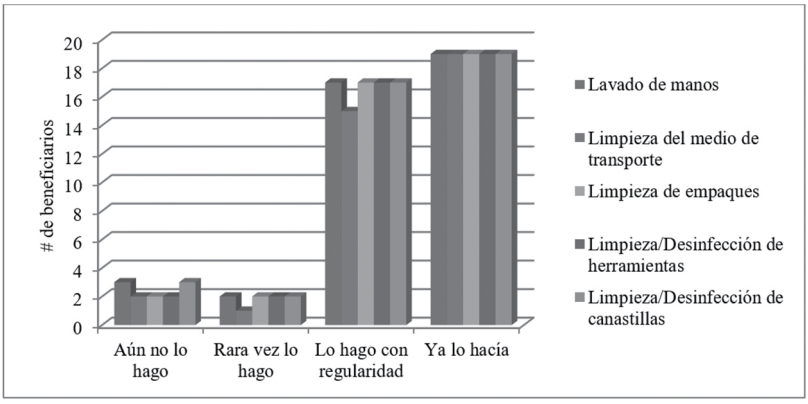
Una de las prácticas en que se tenía un reto importante era la labor de limpieza y desinfección. La consulta evidenció que el 41 % de los productores habían iniciado con estas prácticas de una manera regular luego de la intervención recibida con el Convenio 1032-2013, contribuyendo así a la inocuidad, conservación, calidad y menos pérdida de producto por contaminación cruzada (Figura 5.12).

Figura 5.11. Percepción de los productores, después de las adecuaciones implementadas en el producto



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Figura 5.12. Integración actual de las operaciones de limpieza



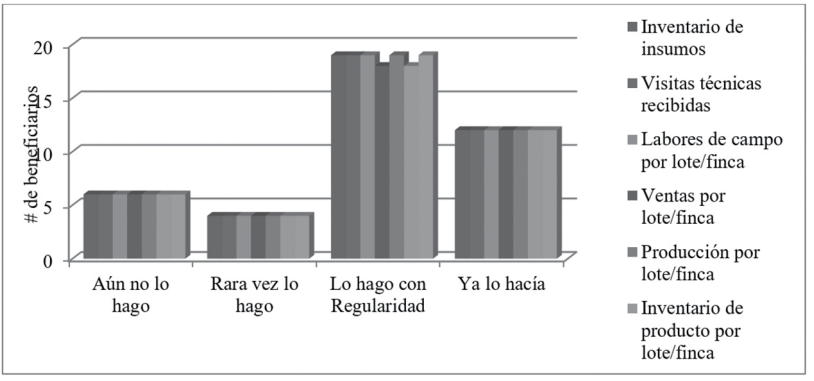
Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Registros de control en finca y problemáticas superadas

Uno de los aportes que representan un gran valor para la obtención de los diferentes certificados enmarcados en el sector, es el registro y control

de las actividades llevadas a cabo en finca para la cosecha, poscosecha y comercialización de los productos. Por lo cual el desarrollo de los formatos de registro y el diseño de plataformas para este fin, el acompañamiento en finca contempló la ejecución de esta actividad, indicando la metodología de desarrollo y la capacitación del manejo de la plataforma virtual que facilita su ejecución, obteniendo una excelente aceptación por parte de los beneficiarios, en el cual el 46 % realiza estos registros con regularidad (Figura 5.13), no solo para los productos priorizados por el proyecto sino además para todos los productos que cultivan.

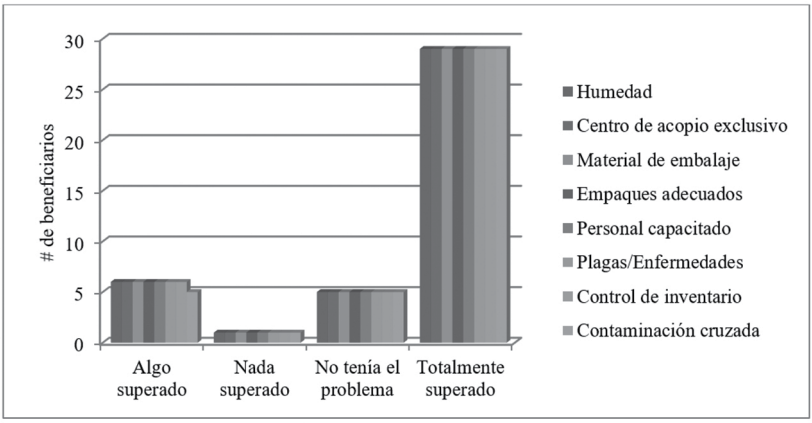
Figura 5.13. Registros de control llevados en finca



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En lo referente a las problemáticas derivadas de la ausencia de un sitio adecuado de almacenamiento en finca, el 70 % de los productores encuestados indicó haber superado o eliminado problemáticas como humedad, contaminación cruzada, falta de personal capacitado, inexistentes/deficientes instalaciones locativas, deficientes/inadecuados empaques, presencia de plagas y enfermedades entre otros (Figura 5.14). Todo esto ha contribuido a un mejor manejo de productos y a la conservación de sus características físicas y organolépticas.

Figura 5.14. Problemáticas superadas en el almacenamiento de los productos



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Conclusiones

La intervención de fincas del sector hortofrutícola del Tolima con el Convenio 1032-2013, a partir de las visitas técnicas, capacitación, protocolos, formatos de registro, entrega de herramientas y utensilios, la construcción de centros de acopio y el diseño de prototipos para mejorar la labor de poscosecha, permitió la apropiación de un conjunto de buenas prácticas en el manejo del cultivo por parte de los productores beneficiarios, contribuyendo a la mejora de las condiciones intrafinca en las diferentes labores de manejo poscosecha. Su implementación a nivel de fincas aporta mayor eficiencia a la labor productiva y garantiza la calidad de los productos, a la vez que minimiza los riesgos del negocio y habilita una mayor rentabilidad económica.

La aplicación de las buenas prácticas a nivel de fincas no implica el uso de tecnologías sofisticadas ni de mayor tiempo por operación. Por lo contrario, son procedimientos que demandan principalmente el uso del sentido común del productor, disciplina en las labores que realiza y compromiso con el ejercicio de una actividad agrícola responsable y productiva.

Referencias

Bhat, G., & Paliyath, G. (2016). Fruits of Tropical Climates: Dietary Importance and Health Benefits. *Reference Module in Food Science*. *Encyclopedia of Food and Health,* (oct), 144-149. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00338-X.

Brasil, I., & Wasim, M. (2018). Chapter 1 – Postharvest Quality of Fruits and Vegetables: An Overview. *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality,* 1-40. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00001-9.

Carbajal, A. (2013). Los alimentos como fuente de energía, nutrientes y otros bioactivos. En *Manual de nutrición y dietetica*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de https://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf

Codex Alimentaruis. (2007). *Frutas y hortalizas frescas*. Roma: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de http://www.fao.org/3/a-a1389s.pdf

Cristóbal, E., Valle, S., Ybarra, C., & Martínez, T. (2014). Comportamiento postcosecha de frutos de aguacate ‹Hass› afectado por temperatura y atmósfera modificada con microperforado. *Revista Fitotecnía mexicana*, *37* (3), 235-242.

DNP. (2016). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en colombia. Estudio de la dirección de seguimiento y evaluación de políticas públicas.* Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de http://www.dnp.gov.co

Elhadi, Y., & Román, E. (2002). Manejo poscosecha del aguacate. *VITAE, 9* (2), 5-16.

Flores Lazo, J. (2011). *Determinación de los índices de madurez para la comercialización de durazno (prunus persicae) variedad conservero amarillo en dos tipos de ambientes para mercados de la zona central del país* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, *61* (2), 140-150.

Horacio, J. (2000). *Fortalecimiento y capacitación técnico-empresarial para cuatro microempresas agroindustriales del municipio de Granada*. Bogotá, Colombia: Corporación para la Educación Integral y el Bienestar Ambiental LA CEIBA.

Inestroza, C., Voigt, V., Muniz, A., & Gómez, H. (2016). Métodos de enfriamiento aplicables a frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *17* (2), 149-161.

Kitinoja, L., & Kader, A. (2003). Técnicas de manejo poscosecha a pequeña escala:

manual para los productos hortofrutícolas (4ª edición). Universidad de California. Traducción del Inglés: Gloria López-Galvis. Recuperado de http://ucce.ucdavis.edu

Kader, A. (2011). Sistemas de manejo postcosecha: frutas tropicales. En: *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas* (Tercera edición, pp. 431-447). California, EE. UU: Universidad de California. Recuperado de https://books.google.com.co

Kyriacou, M., & Rouphael, Y. (2017). Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae. In press, 234* (octubre), 463-469. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.046

Mahajan, P., Caleb, O., Gil, M., Izumi, H., Colelli, G., Watkins, C., & Zude, M. (2017). Quality and safety of fresh horticultural commodities: Recent advances and future perspectives: Review. *Food Packaging and Shelf Life, 14* (A), 2-11.https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.08.001.

Malagón, R., & Prager, M. (2001). *El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola*. Universidad Nacional de Colombia. ISBN 9588095107. Recuperado de http://bdigital.unal.edu.co/10851/

Norton, R. (2017). Chapter 7 – Colombia: A Strategic Assessment of National Crop Competitiveness.*The Competitiveness of Tropical Agriculture a Guide to Competitive Potential with Case Studies,* 87 - 145. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805312-6.00007-6.

Orjuela-Baquero, N., Pérez-Martínez, L., Flórez, L., Hernández, M., & Melgarejo, L. (2011). Propuesta de Norma Técnica Colombiana. Cap. 4 L. Melgarejo & M. Hernández (Eds), *Poscosecha de la gulupa:* (Passiflora edulis Sims) (pp. 45-55). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co

Piñeiro, M., Días, L. (2004). *Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico manual para multiplicadores.* Servicio de Calidad de los Alimentos y Normas Alimentarias (ESNS) Dirección de Alimentación y Nutrición. Roma: Organización Mundial de la Salud para la Agricultura y Alimentación. FAO. Recuperado de http://www.fao.org

Villada, H., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Revistas Temas Agrarios*, *12* (2). https://doi.org/10.21897/rta.v12i2.652.

Yahia, M., Ornelas-Paz, J., & Elansari, A. (2011). Postharvest technologies to maintain the quality of tropical and subtropical fruits. En E. Yahia (Ed.). *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits,* Woodhead publishing (pp. 142-195e). https://doi.org/10.1533/9780857093622.142.

Anexo A.

Buenas prácticas en las operaciones poscosecha de frutas y hortalizas

Las buenas prácticas en las operaciones poscosecha son una herramienta para conservar la calidad, disminuir las pérdidas y aumentar la vida útil de los productos y son transversales a la mayoría de productos. Sin embargo, cada fruto, hortaliza o raíz tiene características y comportamientos diferentes. A partir de lo recopilado en la revisión bibliográfica (estudios de autores como (Elhadi & Roman, 2002; Yahia *et al.,* 2011; Orjuela-Baquero *et al.,* 2011; Kader, 2011; Cristóbal *et al.,* 2014; Brasil & Wasim, 2018), el trabajo de campo y la validación con la experiencia de productores y expertos académicos, se adjuntan a continuación las buenas prácticas en poscosecha BBP recomendadas para los 12 productos de importancia económica en el departamento del Tolima, y que fueron priorizados en el Convenio 1032-2013: aguacate, arracacha, guanábana, granadilla, gulupa, hoja de cachaco, mango, mora, lima, tomate, papaya y plátano.

Convenciones utilizadas en el diagrama de operaciones:

Operación	
Transporte	
Inspección	
Almacenamiento	

Tabla A.5.1. Buenas prácticas para poscosecha del aguacate

Descripción	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	Desde el sitio de limpieza y desinfección al cultivo
Seleccionar el fruto en madurez fisiológica	El aguacate hass se recolecta cuando se vuelve rugoso con notorias lenticelas y el color cambia de verde claro a verde oscuro brillante; el aguacate lorena cuando cambia de verde oscuro o verde claro brillante con la superficie lisa y sin aristas.
Colectar los frutos	- Los frutos a menos de 2 mts de altura deben cortarse con tijeras. - Los frutos a más de 2 mts de altura se deben recolectar con la ayuda de "garabatos" o "cóngolos" con canastillas integradas. - En ambos casos el pedúnculo debe ser cortado a menos de 1,0 cm del fruto
Empacar en recipiente recolector	No exceder el 80 % de la capacidad del recipiente y tener cuidado de ocasionar daños mecánicos
Seleccionar	Eliminar los productos dañados, con pudrición, manchas, mordeduras, chupones, trips, arrugas, antracnosis, ablandamiento y otros síntomas de enfermedades.
Clasificar	Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1248 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño, color, peso y las especificaciones del mercado de comercialización
Adecuar empaque final	Limpieza y desinfección de las cajas o canastillas a utilizar para comercialización
Empacar	Empacar frutos homogéneos previamente clasificados. Si es para mercado local en canastillas lisas perforadas en los costados de capacidad para 30 kg y 60 cm x 40 cm x 25 cm. Si es para mercado de exportación en cajas de cartón siguiendo las recomendaciones del país a exportar

Continuación Tabla A.5.1

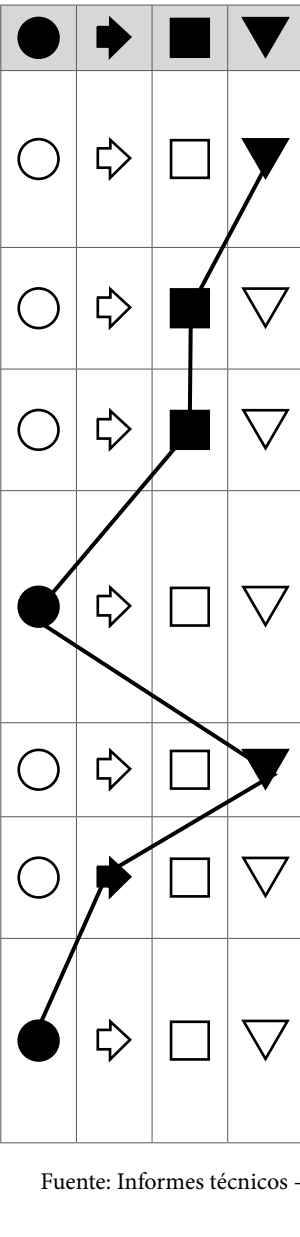
Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Almacenar	○	⇨	□	▽	Utilizar las buenas practicas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar	○	➡	□	▽	Realizar el transporte avanzada la tarde (5:00 pm en adelante) para evitar frutos deshidratados, utilizar sistemas de amortiguación en las canastillas como espumas, papel periódico blanco o yumbolón y tener en cuenta las recomendaciones de las buenas practicas logísticas
Almacenar herramientas y utensilios de trabajo	●	⇨	□	▽	Al terminar la jornada, realizar limpieza y desinfección de utensilios y herramientas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.2. Buenas prácticas para poscosecha de arracacha

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	●	⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	○	➡	□	▽	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar cultivo con mínimo 12 meses desde siembra	○	⇨	■	▽	A los 12 meses, la raíz concentra el mayor contenido de azúcar y almidón. Si se cosecha a los 10 meses, a apenas está iniciando el proceso de maduración y a los 14 meses la raíz se raja y la pulpa se vuelve leñosa
Cavar cerca de la planta	●	⇨	□	▽	Aflojar la tierra cercana a la planta para arrancarla con mayor facilidad
Arrancar la planta seleccionada	●	⇨	□	▽	Arrancar la planta teniendo cuidado de no dañar las raíces
Destronque	●	⇨	□	▽	Separar las raíces de la cepa y las hojas
Llenar el recipiente colector	●	⇨	□	▽	No exceder capacidad del 80 % del recipiente

Continuación Tabla A.5.2

Descripción		Observación
Realizar curado		Si desea conservar por mayor tiempo la arracacha, se debe realizar un curado dejando las raíces al aire libre para secar la piel y la tierra, lo cual permite que la cáscara se adhiera a la pulpa y la tierra proteja las raíces.
Seleccionar		Verificar que la raíz no haya sufrido ningún daño mecánico, que no tenga rajaduras ni indicios de pudrición o daños por chiza.
Clasificar		Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1103 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño, peso y las especificaciones del mercado.
Empacar		Las raíces se deben empacar en sacos de fique con 16 hilos de urdimbre y 14 hilos de trama en 10 * 10 cm, con capacidad de 45 kg y dimensiones de 70 * 80 cm, y de ser posible utilizar la canastilla plástica con capacidad de 30 kg o cajas de capacidad de 18 kg, para obtener mayor protección mecánica.
Almacenar		Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar a comercialización		Transporte a comercialización, preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo		Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección de utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.3. Buenas prácticas para poscosecha de granadilla

Descripción	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez de recolección	Los indicadores de recolección de la granadilla, se identifican visualmente cuando la superficie está lisa con notables lenticelas blancas, cutícula, cera visible y en la zona ecuatorial aparecen unas leves tonalidades amarillas mientras el fruto aún es verde
Poner mallalón	Luego de seleccionar el fruto, se recomienda poner mallalón en cada fruto para evitar daños mecánicos en la posterior operación logística
Realizar corte	Cortar con tijera o desprender la fruta en el ombligo dejando 1,5 cm de pedúnculo
Empacar	Utilizar un equipo recolector con tijeras, arnés, caja y canastilla de soporte, para optimizar la actividad de recolección y evitar manipulación de los frutos. Llenar la caja hasta un 80 % de su capacidad y transportarla al acopio temporal intrafinca
Seleccionar	Seleccionar en el momento de la recolección los frutos libres de enfermedades, daños, mordeduras, arrugas, deformaciones o roña
Clasificar	Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 4101 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta defectos, tamaño, peso y las especificaciones del mercado
Empacar	Las cajas o canastillas lisas con costados perforados para empacar los frutos seleccionados y clasificados pueden tener capacidad de 15 - 20 kg con 60 x 40 x 15 cm (largo, ancho y alto)
Almacenar	Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca

Continuación Tabla A.5.3

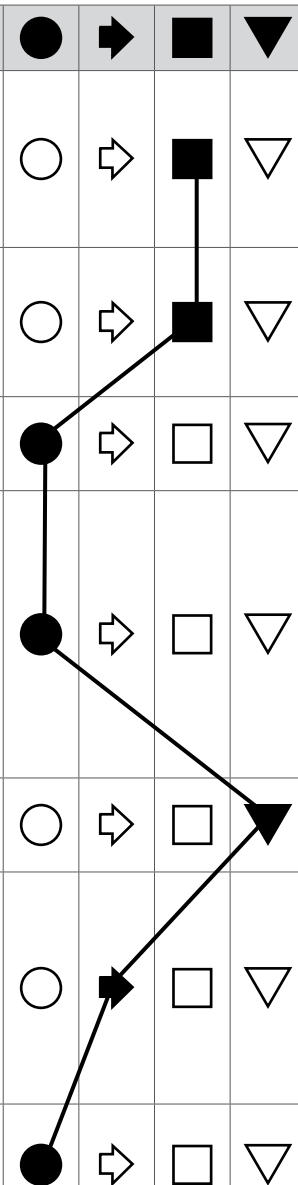
Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Transportar	○	➡	□	▽	Transporte a comercialización preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo	●	⇨	□	▽	Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección de utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.4. Buenas prácticas para poscosecha de guanábana

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	●	⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	○	➡	□	▽	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez fisiológica	○	⇨	■	▽	Los indicadores de recolección de la guanábana se identifican visualmente cuando se separan y pierden dureza los terminales estilares; hay incremento de brillo y cambio de color, de verde oscuro a verde mate. La pulpa es blanca, las semillas bien formadas, jugosa y ligeramente ácida
Colectar los frutos	●	⇨	□	▽	- Los frutos a menos de 2 mts de altura deben cortarse con tijeras. - Los frutos a más de 2 mts de altura se deben recolectar con la ayuda de garabatos o cóngolos con canastillas integradas. - En ambos casos, el pedúnculo debe ser cortado a menos de 2,0 cm del fruto.
Empacar en recipiente recolector	●	⇨	□	▽	No exceder el 80 % de la capacidad del recipiente y tener cuidado de no ocasionar daños mecánicos

Continuación Tabla A.5.4

Descripción		Observación
Seleccionar		Eliminar los productos dañados, con pudrición negra, deformaciones, perforaciones, manchas necróticas en la superficie, coloración negra o café ocasionada por golpe de sol o daños en las terminales estilares
Clasificar		Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 5208 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño, color, peso y las especificaciones del mercado de comercialización
Adecuar empaque final		Limpieza y desinfección de las cajas o canastillas por utilizar para comercialización
Empacar		Empacar frutos homogéneos previamente clasificados. Si es para mercado local, en canastillas lisas perforadas en los costados de capacidad para 30 kg y 60 cm x 40 cm x 25 cm. Si es para mercado de exportación, en cajas de cartón siguiendo las recomendaciones del país a exportar. Utilizar sistemas de protección para disminuir los daños en las terminaciones estilares durante el transporte
Almacenar		Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar		Realizar el transporte avanzada la tarde (5:00 pm en adelante) para evitar frutos deshidratados, utilizar sistemas de amortiguación en las canastillas como espumas, papel periódico blanco o yumbolón y tener en cuenta las recomendaciones de las buenas prácticas logísticas
Almacenar herramientas y utensilios de trabajo		Al terminar la jornada, realizar limpieza y desinfección de utensilios y herramientas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.5. Buenas prácticas para poscosecha de gulupa

Descripción	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hastas el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez de recolección	Los indicadores de recolección de la gulupa, se identifican visualmente cuando la superficie está lisa con notables lenticelas, cutícula, cera visible, en la zona ecuatorial aparecen unas leves tonalidades moradas mientras el fruto aún es verde y la pulpa debe presentar cambio de coloración de amarilla clara a naranja intenso
Realizar corte	Cortar con tijera o desprender la fruta en el ombligo
Empacar	Utilizar un equipo recolector con tijeras, arnés, caja y canastilla de soporte, para optimizar la actividad de recolección y evitar manipulación de los frutos. Llenar la caja hasta un 80 % de su capacidad y transportarla al acopio temporal intrafinca
Seleccionar	Seleccionar en el momento de la recolección los frutos libres de enfermedades, daños, mordeduras, arrugas, deformaciones, mancha de aceite, momificación, pudrición o ablandamiento de la cáscara
Clasificar	Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 4101 en extra, primera, segunda o agroindustrial, teniendo en cuenta defectos, tamaño, peso y las especificaciones del mercado
Empacar	Las cajas o canastillas lisas con costados perforados para empacar los frutos seleccionados y clasificados pueden tener capacidad de 15 - 20 kg con 60 x 40 x 15 cm (largo, ancho y alto). Si es para exportación, utilizar cajas que cumplan con los requerimientos del país por exportar y bolsas de polietileno microperforado que permitan un empacado en atmósferas modificadas (EAM) y aumento en el tiempo de vida del producto

Continuación Tabla A.5.5

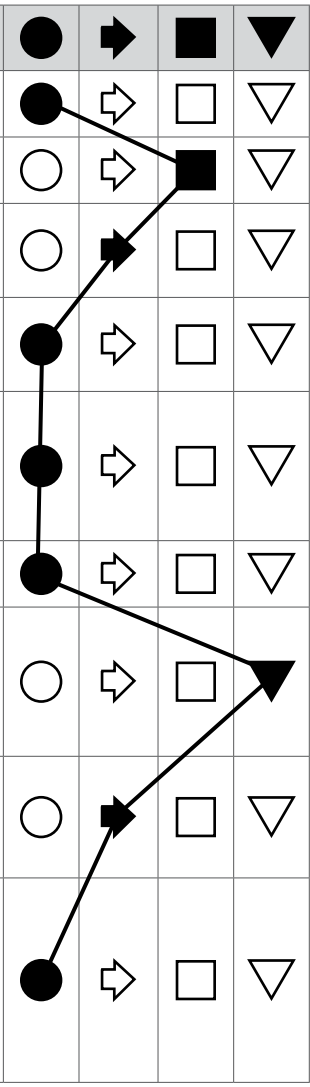
Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Almacenar	○	⇨	□		Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar	○		□	▽	Transporte para comercialización, preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo		⇨	□	▽	Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección de utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.6. Buenas prácticas para poscosecha de hoja de cachaco

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Desinfectar herramientas de recolección		⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte
Seleccionar la hoja en madurez fisiológica	○	⇨		▽	La hoja se debe cortar cuando el vástago tenga mínimo cinco hojas y la hoja bajera tenga vena bien formada, borde color café, cera en el envés y la punta ovalada
Cortar la hoja		⇨	□	▽	Realizar un corte diagonal en la base de la hoja bajera
Transportar la hoja a soasado	○		□	▽	Evitar que la hoja se golpee con el suelo
Almacenar	○	⇨	□		Almacenar en una superficie limpia y alejada del suelo
Soasar		⇨	□	▽	Pasar por fuego para soasar las hojas, preferiblemente usando una estufa eficiente para generar una combustión completa y disminuir los riesgos a la salud del operario
Despuntar		⇨	□	▽	Cortar la punta a 50 cm de longitud desde el ápice

Continuación Tabla A.5.6

Descripción		Observación
Desvenar		Quitar la vena o nervadura central, fraccionando el resto de la hoja en ralgos
Seleccionar		Separar puntas y ralgos que presenten daños por enfermedades o quemaduras
Transportar		Organizar las puntas y los ralgos en paquetes para trasladar paquetes a centro de acopio
Limpiar y desinfectar		Limpiar con un paño humedecido de desinfectante las hojas y los ralgos, con el mayor cuidado de ocasionar daños
Armar puesto comercial		Cada puesto comercial está conformado por una punta y entre 4 - 5 ralgos. Para que la punta pueda ser manipulada se debe quebrar y organizar con sus respectivos rasgos
Armar rollo		Apilando verticalmente: 50 puestos comerciales y amarrar
Almacenar		Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca, apilando adecuadamente los rollos sin ocasionar daños ni lesiones
Transportar		Transporte para comercialización, preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo		Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección de utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.7. Buenas prácticas para poscosecha de mango

Descripción	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez fisiológica	El mango se recolecta cuando la consistencia es firme, la forma es alargada, con aparición de cera en la epidermis, hombros y nariz desarrollados, de color verde con tonalidades rojas, moradas o anaranjadas según variedad
Colectar los frutos	- Los frutos a menos de 2 mts de altura deben cortarse con tijeras. - Los frutos a más de 2 mts de altura se deben recolectar con la ayuda de garabatos o cóngolos con canastillas integradas.- En ambos casos el pedúnculo debe ser cortado a menos de 1,0 cm del fruto.
Limpiar y desinfectar	Con un paño humedecido de desinfectante, limpiar con cuidado la superficie de los frutos
Seleccionar	Seleccionar los productos libres de enfermedades, deformaciones, pudrición en el pedúnculo, ablandamiento de la nariz, mancha de látex o con antracnosis
Clasificar	Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1076 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño, color, peso y las especificaciones del mercado de comercialización
Adecuar empaque final	Limpieza y desinfección las cajas o canastillas por utilizar para comercialización
Empacar	Empacar frutos homogéneos previamente clasificados. Si es para mercado local en canastillas lisas perforadas de capacidad para 30 kg y 60 cm x 40 cm x 25 cm. Si es para mercado de exportación en cajas de cartón siguiendo las recomendaciones del país a exportar. Utilizar sistemas de protección como mallalón para disminuir los daños en la superficie del fruto

Continuación Tabla A.5.7

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Almacenar	○	⇨	□	▽	Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar	○	➡	□	▽	Realizar el transporte avanzada la tarde (5:00 pm en adelante) para evitar frutos deshidratados, utilizar sistemas de amortiguación en las canastillas como espumas, papel periódico blanco o yumbolón y tener en cuenta las recomendaciones de las buenas prácticas logísticas
Almacenar herramientas y utensilios de trabajo	●	⇨	□	▽	Al terminar la jornada, realizar limpieza y desinfección de utensilios y herramientas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.8. Buenas prácticas para poscosecha de mora

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	●	⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	○	➡	□	▽	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez de recolección	○	⇨	■	▽	La mora al ser un fruto no climatérico, se debe recolectar en madurez organoléptica cuando el fruto alcanza una coloración mitad morada y mitad vinotinto, de forma alargada, regular, sin deformaciones en el ápice, con drupillas bien formadas y adheridas entre sí, con cáliz de cinco partes, color verde, sin marchitamiento, ni presencia de daños
Cosechar	●	⇨	□	▽	Cortar con tijera o desprender la fruta dejando el cáliz, evitar mantener prolongadamente en la mano, utilizar recipientes para la recolección de máximo 12 cm de altura, para llenar con una capa de 8 cm de mora y evitar daños por compresión. Si es posible, colectar directamente en el empaque final de comercialización

Continuación Tabla A.5.8

Descripción		Observación
Seleccionar		Seleccionar en el momento de la recolección los frutos libres de enfermedades, deformaciones o moho gris
Clasificar		Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 4601 en extra, primera, segunda o agroindustrial, teniendo en cuenta tamaño y las especificaciones del mercado
Empacar		Se recomienda recolectar en el empaque final para evitar reenvasar entre la recolección y la comercialización. Para el mercado local, utilizar canastillas plásticas de fondo liso de 60 cm x 40 cm x 13 cm o 15 cm de altura o unidades individuales en tarrinas de 250 g a 500 g con profundidad máxima de 15 cm
Almacenar		Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar		Transporte para comercialización, preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo		Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.9. Buenas prácticas para poscosecha de lima tahití

Descripción					Observación
Desinfectar herramientas y utensilios					Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo					Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez de recolección					La lima es un fruto no climatérico y se recolecta cuando alcanza la madurez fisiológica con un color verde brillante característico, forma definida y pulpa jugosa
Cosechar					Cortar con tijera o desprender la fruta dejando el cáliz. Utilizar guantes y bolsas recolectoras para facilitar la operación de cosecha
Seleccionar					Seleccionar en el momento de la recolección los frutos libres de enfermedades, arrugas, deformaciones, daños por trips, hongos, manchas cafés o negras u oleocelosis
Clasificar					Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 4087 en extra, primera, segunda o agroindustrial, teniendo en cuenta tamaño y las especificaciones del mercado
Empacar					Para el mercado local, empacar utilizando canastillas plásticas de fondo liso de con capacidad de 30 kg y 30 cm de alto. Si es para exportación, utilizar cajas de cartón que cumplan con las características del país por exportar
Almacenar					Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar					Transporte a comercialización preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo					Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.10. Buenas prácticas para poscosecha de papaya

Descripción					Observación
Desinfectar herramientas y utensilios					Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo					Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez fisiológica					La papaya se recolecta cuando la superficie esta lisa, brillante, sin arrugas, y lleno total de aristas, de forma alargada y de color verde claro con mínimo dos líneas amarillas
Colectar los frutos					Con el mayor cuidado, utilizar escaleras para alcanzar los frutos, recolectar y lanzar, evitando golpes al tirar o que caigan al suelo. Luego cortar el pedúnculo a 1,5 cm
Limpiar y desinfectar					Con un paño humedecido de desinfectante, limpiar con cuidado la superficie de los frutos
Seleccionar					Seleccionar los productos libres de enfermedades, deformaciones, pudrición, ablandamiento, manchas o presencia de hongos
Clasificar					Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1270 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño, color, peso y las especificaciones del mercado de comercialización
Adecuar empaque final					Limpieza y desinfección las cajas o canastillas a utilizar para comercialización
Empacar					Empacar las papayas en forma vertical, con el ombligo hacia abajo; se recomienda utilizar mallalón, espuma polietileno, papel periódico blanco o cartón corrugado como sistema de amortiguación entre frutos. Si es para mercado local, en canastillas lisas perforadas de capacidad para 30 kg y 60 cm x 40 cm x 25 cm. Si es para mercado de exportación, en cajas de cartón siguiendo las recomendaciones del país por exportar
Almacenar					Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca

Continuación Tabla A.5.10

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Transportar	○	➡	□	▽	Realizar el transporte avanzada la tarde (5:00 pm en adelante) para evitar frutos deshidratados, utilizar sistemas de amortiguación en las canastillas como espumas, papel periódico blanco o yumbolón y tener en cuenta las recomendaciones de las buenas prácticas logísticas
Almacenar herramientas y utensilios de trabajo	●	⇨	□	▽	Al terminar la jornada, realizar limpieza y desinfección de utensilios y herramientas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.11. Buenas prácticas para poscosecha de plátano

Descripción	●	➡	■	▼	Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	●	⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Seleccionar el racimo en madurez de recolección	○	⇨	■	▽	Generalmente, el tiempo es el indicador de la recolección de los racimos de plátano. Sin embargo, inspeccione que los plátanos no presenten aristas pronunciadas y tengan 3/4 de llenado
Cosechar el racimo	●	⇨	□	▽	Realizar un corte parcial en forma de cruz a 2/3 de la parte superior del vástago para que el peso del racimo lo haga caer y recibir el racimo con el hombro evitando que se golpee con el suelo, cortar el raquis en la parte superior
Transportar el racimo	○	➡	□	▽	Transportar los racimos hasta la zona de acopio, evitando roces o posibles daños mecánicos
Desmanar	●	⇨	□	▽	Cortar o desprender las gajas del raquis dejando un pedúnculo de 2,5 cm, con una cuchilla gurbia o pala desmanadora bien afilada y limpia

Continuación Tabla A.5.11

Descripción					Observación
Lavar					Realizar lavado superficial de los frutos para remover suciedad (residuos de tierra, agroquímicos, látex y patógenos), con mezcla de agua y alumbre en una proporción de 100 g por cada 10 litros de agua o jabones industriales, de 5 a 10 minutos en un tanque. Esta solución también sirve como cicatrizante en las zonas de la corona donde se han hecho cortes
Secar					Dejar escurrir los frutos hasta que estén totalmente secos
Seleccionar					Seleccionar los frutos libres de enfermedades, deformaciones, cicatrices, mal de corona, pudrición, manchas, ablandamiento y presencia de hongos
Clasificar					Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1190 en extra, primera y segunda, teniendo en cuenta el tamaño y las especificaciones del mercado de comercialización
Empacar					Para el mercado nacional, empacar en canastilla plástica, o en bolsas perforadas con capacidad de 18 a 22 kg, Para el mercado de exportación, empacar en cajas de cartón rígidas y bolsas de polietileno microperforado que permita un empacado en atmósferas modificadas (EAM) y aumento en el tiempo de vida del producto
Almacenar					Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar					Realizar el transporte avanzada la tarde (5:00 pm en adelante) para evitar frutos deshidratados.
Almacenar herramientas y utensilios de trabajo					Al terminar la jornada, realizar limpieza y desinfección de utensilios y herramientas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla A.5.12. Buenas prácticas para poscosecha de tomate

Descripción					Observación
Desinfectar herramientas y utensilios	●	⇨	□	▽	Limpieza y desinfección de herramientas de corte y utensilios como recipientes de recolección
Trasladar herramientas al cultivo	○	⇨	□	▽	Desde el sitio de limpieza y desinfección, hasta el cultivo
Seleccionar el fruto en madurez de recolección	○	⇨	■	▽	Los tomates se deben recolectar cuando en el fruto de color verde aparecen unas leves tonalidades rojas, de forma características, sin deformaciones en el ápice, y con cáliz de cinco partes, color verde, sin marchitamiento, ni presencia de daños
Cosechar	●	⇨	□	▽	Cortar con tijera o desprender la fruta dejando el cáliz, evitar mantener prolongadamente en la mano
Seleccionar	○	⇨	■	▽	Seleccionar en el momento de la recolección los frutos libres de enfermedades, deformaciones, pudrición, ablandamiento, roña, arrugas, manchas, moho gris, rajaduras, magulladuras, golpes o hendiduras
Clasificar	○	⇨	■	▽	Clasificar según las categorías de calidad de la NTC 1103 en extra, primera, segunda o agroindustrial, teniendo en cuenta tamaño y las especificaciones del mercado
Empacar	●	⇨	□	▽	Para el mercado local, empacar utilizando canastillas plásticas de fondo liso de con capacidad de 20 - 25 kg y 60 cm x 40 cm x 20 cm (ancho, largo y alto). También empacar en cajas de 20 kg de capacidad con una altura de 20 cm. Utilizar sistemas de protección como cartón corrugado, espumas de polietileno o alveolos para disminuir los daños mecánicos en las operaciones logísticas posteriores
Almacenar	○	⇨	□	▽	Utilizar las buenas prácticas logísticas para un adecuado almacenamiento en centro de acopio intrafinca
Transportar	○	⇨	□	▽	Transporte a comercialización preferiblemente en horas del atardecer o madrugada, utilizando las buenas prácticas logísticas
Limpiar, desinfectar y almacenar herramientas, utensilios e indumentaria de trabajo	●	⇨	□	▽	Al finalizar la jornada de poscosecha, realizar limpieza y desinfección utensilios y áreas de proceso para reiniciar las operaciones

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

6. Exploración de nuevos mercados para frutas con potencial exportador

Angie Marcela Ramírez Quintero, Sindy Lorena Nieto Jara

Históricamente la internacionalización tiene sus orígenes en la teoría clásica del comercio internacional, que indica que los países tienden a especializarse para producir bienes y servicios en los cuales tienen menores costos de producción (Cardozo, Chavarro & Ramírez, 2013). A partir de ese momento se habló de la especialización de la producción y de la ventaja comparativa respecto a los factores de producción: tierra, capital, trabajo y tecnología (Solow, 2010); así, aquellos que posean mayor eficiencia podrán exportar a otros en los cuales hacerlo sea más costoso, generando a través de estos intercambios el desarrollo y la calidad de vida de los territorios.

Desde la antigüedad han existido grandes rutas de comercio, desde las míticas rutas romanas para proveer al imperio, hasta la ruta de la seda, para comercializar productos exóticos con la India y el Occidente y las rutas marítimas creadas por Colón durante la conquista. En América precolombina también existieron rutas de comercio entre las tribus, y se dice que conectaban las grandes civilizaciones, desde los Incas hasta los Mayas, todo con el único fin de obtener productos que no se produjeran en la región y comercializar con aquellos que sí se obtenían fácilmente (Álvarez, 2016).

Luego de la revolución industrial, algunos países tomaron un liderazgo tecnológico, mientras que otros continuaron con un atraso en la capacidad de producción; sin embargo, estas diferencias han hecho que algunos territorios posean capacidades en la extracción de productos de la tierra, mientras que otros conserven las capacidades de transformarlo; procesos que agregan mayor valor a los productos finales, que sin embargo se deben comercializar a nivel local y global (Williams, 2000).

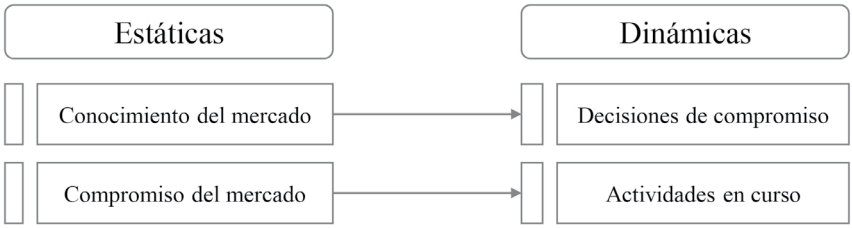
Para lograr los procesos de comercialización, existen diversas escuelas de pensamiento, una de las más importantes en procesos de internacionalización es la de Uppsala; esta escuela según Johanson & Wiedersheim-Paul (1975), tiene un "modelo que predice que la empresa incrementará de forma gradual sus recursos comprometidos en un país concreto a medida que vaya adquiriendo experiencia de las actividades que se realizan en dicho mercado" (citado por Trujillo, Rodríguez, Guzmán, & Becerra, 2006, p.13) donde la empresa comienza a exportar a países vecinos o aquellos que están relativamente bien estudiados y que sean similares, con respecto a las prácticas comerciales del lugar de origen, dada la falta de información sobre los países extranjeros y la propensión natural de las empresas por reducir la incertidumbre en los mercados (Sigala, 2011).

Según Trujilo et. al. (2006), el comercio internacional no se desarrolla de manera inmediata, sino que es necesario pasar por un proceso para tener el conocimiento del mercado y buenas relaciones internacionales. La estructura de este proceso está dada por la relación de cuatro factores: inicialmente se adelantan actividades esporádicas o no regulares de exportación; después se realizan exportaciones a través de representantes independientes; luego se presenta el establecimiento de una sucursal comercial en el país extranjero; y finalmente, se define el establecimiento de unidades productivas en el país extranjero.

El proceso de internacionalización posee aspectos dinámicos y estáticos, hecho que permite comprender el estado actual, con miras a definir las estrategias por seguir más adelante (Johanson & Vahlne, 1977). Entre los aspectos estáticos está el conocimiento y el compromiso del mercado, no obstante, es necesario realizar interacciones comerciales para evidenciar las decisiones de compromiso y analizar las actividades en curso, tal como se observa en la Figura 6.1.

Los estudios de Upssala muestran que las empresas no siguen ningún patrón particular y consistente en su proceso de internacionalización. Las empresas también pueden detenerse en una etapa, o incluso revertir el proceso (Luostarinen & Welch, 1990).

Figura 6.1. Mecanismo básico de la internacionalización



Fuente: Johanson & Vahlne (1977)

Algunos autores has presentado críticas al modelo. Por ejemplo, Turnbull (1986) afirma que el proceso es, a menudo, irregular y no necesariamente implica un orden continuo e inmutable de las etapas, pues estas pueden verse afectadas por eventualidades. Para Martínez (1997), no se explica claramente la toma de decisiones en cada etapa, para Bell & Young (2001), no es fácil aplicar esta secuencia al sector servicios. Sin embargo, todos sostienen que es necesaria una mayor información para la toma de decisiones en los procesos de internacionalización.

No obstante, el proceso de la escuela de Uppsala tiene gran importancia dentro del inicio de la labor de internacionalización, dado que le otorga trascendencia al conocimiento específico sobre un mercado al momento de soportar un primer acercamiento a los procesos internacionales por parte de las empresas a través de actividades esporádicas o no regulares de exportación. Este conocimiento constituye un insumo que se puede utilizar para aumentar progresivamente su grado de compromiso y penetración sobre el mismo (Johanson & Wiedersheim-Paul, 1975; Martínez Mora, 1997). Se parte entonces del supuesto de que los obstáculos más importantes para la internacionalización tienden a ser la falta de información y de recursos, y que esas restricciones pueden ser minimizadas a través de decisiones incrementales y del aprendizaje sobre los mercados extranjeros (Sigala, 2011).

Para atenuar esta falta de información al momento de querer iniciar operaciones de comercio exterior, es necesario conocer si el producto que se está produciendo tiene un potencial de exportación, si la empresa está lista para hacer

una apuesta por los mercados internacionales, además de la identificación de los compradores clave para los productos a través de estudios de mercado (Instituto Nacional de Comercio Exterior y Aduanas, 2016) que pueden comenzar por el manejo de los entornos macro y micro de los países con potencial para la importación del producto, siguiendo una investigación exploratoria que permita una aproximación al ámbito comercial al cual se quiere llegar (Grande & Abascal, 20017).

Dentro de la investigación de los entornos general (macro) y específico (micro) se deben tener en cuenta ítems como indicadores de coyuntura, legislación, tendencias culturales y tecnológicas, además de información sobre clientes, competidores, proveedores y socios que logren aportar a la aproximación que se requiere en el estudio de mercado. Cabe reconocer que este primer acercamiento a través de la información que aporta este tipo de investigaciones, acerca a las empresas a entender el funcionamiento del mercado al que quieren llegar y la mejor forma de hacerlo.

Este es uno de los retos del sector hortofrutícola colombiano, dado que necesita ser más competitivo para afrontar la inminente globalización del mercado de frutas frescas. Para incursionar en mercados internacionales con productos de alta calidad y cumpliendo con los estándares de seguridad y presentación exigidos en los lugares de destino, se precisa conocer el funcionamiento del mercado internacional para asimismo cumplir con los requerimientos impuestos en el mismo.

Debido al libre comercio con 45 países y el acceso a más de 1.500 millones de consumidores presentes en los países o bloques económicos con los que Colombia ha firmado tratados de libre comercio (TLC), los productos colombianos de origen agrícola cada vez tienen una mayor presencia en los mercados internacionales (Corporación Colombia Internacional, 2017). Colombia en este contexto, cuenta con ventajas comparativas en cuanto dispone de una gran biodiversidad y de condiciones climáticas favorables que propician el desarrollo de sistemas productivos más continuos durante todo el año (FINAGRO, 2014).

Según FINAGRO (2014), las perspectivas de crecimiento en las exportaciones para el sector agropecuario en Colombia son tangibles, y se explican principalmente por tres razones: i) aumento en la demanda mundial

de alimentos; ii) desarrollo del sector agropecuario con evolución superior al de otros renglones de la economía del país y iii) ampliación del gasto del Gobierno Nacional dirigido al sector agropecuario.

Para avanzar en la dirección de la internacionalización y el posicionamiento de los productos colombianos en el exterior, el gobierno nacional identificó nueve apuestas productivas en tres subsectores de la economía, entre ellos el de frutas y hortalizas, por sus notables impactos en materia de comercio exterior (CCI, 2017).

La región Tolima es una despensa importante de frutas y hortalizas para Colombia. Es una región que, gracias a sus condiciones climáticas favorables y su geolocalización estratégica frente a los principales centros urbanos y corredores logísticos de Colombia, produce frutas con gran potencial para el aprovechamiento de los Tratados de Libre Comercio (TLC) (PROCOLOMBIA, 2013) y la consecuente incursión en mercados internacionales.

Este estudio documenta la metodología desarrollada en la consulta del potencial de mercado internacional para frutas con mayor perfil exportador en el Tolima. La metodología se articuló a partir de tres momentos: identificación de los productos con potencial exportador, selección de los mercados internacionales con potencial importador e identificación de las condiciones de internacionalización hacia los mercados meta (Figura 6.2).

Figura 6.2. Diseño metodológico para la exploración de nuevos mercados para frutas

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Identificación de productos con potencial exportador

En esta primera etapa se identificaron las frutas con potencial para ser exportadas en fresco, para ello se tuvieron en cuenta las apuestas del gobierno nacional en temas de exportación, la capacidad de producción del Departamento para afrontar un proceso de internacionalización y los históricos de tráfico de los productos seleccionados.

- **Apuestas de gobierno en productos para exportación**

En el ejercicio de establecer la apuesta exportadora agropecuaria del país para los años 2006-2020, desde el gobierno nacional se identificaron diez grupos de productos con mayor potencial para la exportación, considerando variables como oportunidades de mercado, indicadores de competitividad, y requisitos para la entrada en los mercados internacionales (MADR, 2006). Como se evidencia en la Tabla 6.1, uno de los grupos identificados fueron las frutas, y dentro de este grupo un total de diez frutos fueron priorizados, teniendo en cuenta la oferta edafoclimática, las condiciones fitosanitarias y la infraestructura física y social instalada en el país.

Tabla 6.1. Productos priorizados como promisorios para exportación desde Colombia

Grupo	Productos
Cultivos tardío rendimiento	Palma de aceite, cacao, caucho, macadamia y marañón
Frutas	Pitahaya, mango, bananito, lima tahití, feijoa, aguacate, uchuva, piña, maracuyá, lulo, mora, granadilla y tomate de árbol
Hortalizas	Ají, espárrago, cebolla bulbo, brócoli, coliflor, lechugas y alcachofa
Cafés especiales	Cafés especiales
Tradicionales exportables	Café, flores, azúcar, plátano y banano
Potenciales exportables	Tabaco, algodón y papa amarilla
Biocombustibles	Etanol de caña de azúcar, caña panelera y yuca, biodiesel de palma de aceite
Forestales	Forestales
Carne bovina y lácteos	Carne bovina y lácteos
Acuicultura	Camarón de cultivo y tilapia

Fuente: MADR (2006)

La apuesta por el sector de frutas fue de nuevo ratificada por el gobierno actual, como productos fundamentales para el desarrollo del sector agrícola, no solo por su aporte a la seguridad alimentaria del país, sino también por ser fuente de empleo rural y por sus posibilidades de comercialización internacional (FINAGRO, 2014). De esta manera, y tal como se resume en la Tabla 6.2, se identificaron los frutos que se destacan por su potencial oferta exportadora, por su facilidad de articulación con el Programa de Transformación Productiva (PTP), y por su posición competitiva para tomar provecho de los Tratados de Libre Comercio (TLC) firmados con la Unión Europa, Estados Unidos y Canadá.

Tabla 6.2. Frutas a priorizar según programas de gobierno y las oportunidades de los TLC

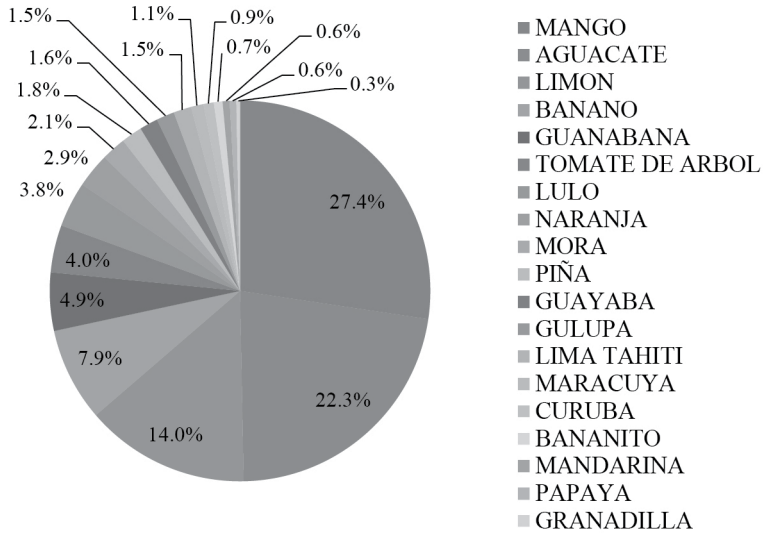
Producto	TLC USA	TLC Canadá	TLC UE	Apuesta Exportadora	PTP
Aguacate Hass	X		X	X	X
Feijoa				X	
Fresa		X			X
Granadilla	X		X	X	
Guanábana		X			
Gulupa	X		X		
Lima tahití	X			X	
Lulo				X	
Mango	X	X		X	X
Maracuyá	X		X	X	
Mora				X	
Papaya	X	X			X
Piña		X		X	X
Pitahaya			X	X	
Tomate de árbol	X		X	X	
Uchuva	X	X	X	X	

Fuente: FINAGRO (2014)

Reconocimiento de las capacidades locales de producción

El Tolima tiene todos los pisos térmicos, con alturas cultivables desde 400 hasta los 4.000 m.s.n.m, característica que le permite ser productor de un conjunto variado de frutas (Figura 6.3), que por su volumen corresponde con cerca del 5 % (248 mil toneladas) de la producción frutícola de Colombia (PROCOLOMBIA, 2015a). En producción de frutas, el Tolima ocupa uno de los primeros lugares en el país, algunos ejemplos son el aguacate, cítricos y mango (Fedesarrollo, 2015).

Figura 6.3. Producción frutícola del departamento del Tolima en el año 2015 (miles de tons)



Fuente: Elaborado a partir de datos de MADR (2016a)

Los productos destacados en el país, por su alto nivel de calidad, competitividad y creciente demanda en países desarrollados son la lima tahití, el mango y el aguacate Hass (FINAGRO, 2014). A la vez, la granadilla, el maracuyá y el mango son clasificadas como frutas exóticas en diferentes mercados de exportación; lo anterior representa una oportunidad teniendo en

cuenta que el mercado de frutas exóticas está en crecimiento en los mercados internacionales (Legiscomex, 2013).

Reconocidas las capacidades locales de producción, la proyección internacional de los productos y la priorización de los mismos por parte del gobierno nacional y por el gobierno departamental, en el desarrollo del proyecto marco de ciencia y tecnología Logística para la cadena hortofrutícola del Tolima – Convenio 1032-2013, se priorizaron de manera especial los subsectores de aguacate Hass, mango tommy y lima tahití para realizar la respectiva exploración de sus mercados internacionales.

- **Análisis de los históricos de comercio internacional de productos**

Para conocer los históricos de tráfico internacional de las frutas seleccionadas, se recopiló información sobre los movimientos realizados en el periodo 2010-2015 y se identificaron las tendencias en volumen de exportaciones y precios pagados por tonelada, así como los principales países de destino.

- *Mercado del aguacate*. Los principales destinos de las exportaciones de aguacate desde Colombia en el periodo del 2010 al 2015 fueron: Reino Unido, Países Bajos, Francia y España (MADR, 2016b). Las exportaciones de aguacate desde Colombia han presentado un crecimiento considerable, como se puede apreciar en las Figuras 6.4a. y 6.4b.

Figura 6.4a. Área y Producción de Aguacate en Colombia

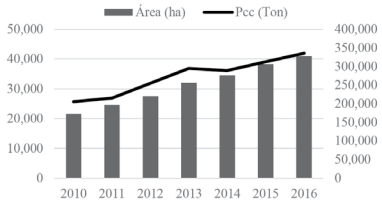
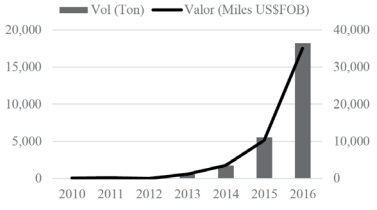


Figura 6.4b. Exportaciones de aguacate desde Colombia



Fuente: Este estudio a partir de los reportes de Agronet (MADR, 2018)

- *Mercado del mango.* El promedio en volumen de exportaciones desde Colombia de mango del periodo 2010-2015 fue de 200,72 toneladas con una variabilidad relativamente alta; sin embargo, en el año 2016 se exportaron 864,85 toneladas, representando así un incremento del 331 % (Figuras 6.5a y 6.5b). Los principales países de destino han sido Canadá, Francia, Países Bajos, Antillas Holandesas y Estados Unidos (MADR, 2016).

Figura 6.5a. Área y producción de mango en Colombia

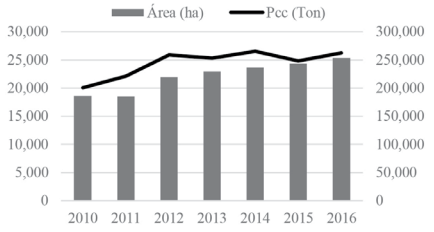
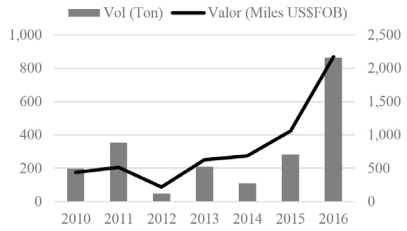


Figura 6.5b. Exportaciones de mango desde Colombia



Fuente: Este estudio a partir de los reportes de Agronet (MADR, 2018)

- *Mercado de la lima tahití.* En el año 2013 se cultivó en Colombia un total de 893 Ha de lima tahití, con una producción de 15.630 toneladas y solo un 11,13 % con destino a exportación. Sin embargo, para el año 2014 y 2015 se logró exportar respectivamente, hasta 4 y 3 veces más que lo alcanzado en 2013 (Ramírez, 2016). La tasa de crecimiento anual del volumen (toneladas) en exportaciones desde Colombia de lima tahití del año 2010 a 2015 fue del 17,65 % (MADR, 2016) (Figuras 6.6a y 6.6b). Los principales destinos fueron Estados Unidos, Guadalupe, Chile, Martinica, Puerto Rico e Italia (MADR, 2016).

Figura 6.6a. Área y producción de lima tahití en Colombia

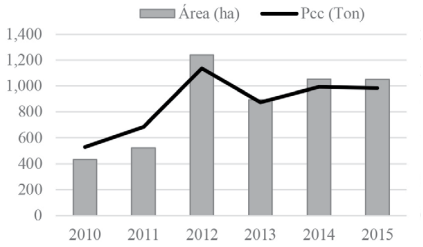
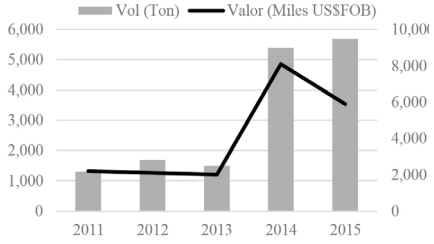


Figura 6.6b. Exportaciones de lima tahití desde Colombia



Fuente: Este estudio a partir de los reportes de Agronet (MADR, 2018)

- **Selección de mercados internacionales con potencial importador**

En esta segunda fase, para identificar el mercado objetivo para la exportación en fresco de las frutas priorizadas, se llevó a cabo un proceso de selección y reconocimiento de los mercados meta, a partir de los siguientes pasos:

a) Preselección de los posibles mercados, a través de la herramienta Identificador de oportunidades que ofrece en línea el portal de PROCOLOMBIA, en conjunto con la revisión de los países con mayor volumen de importaciones de cada fruta.
b) Análisis de macroentorno de cada país preseleccionado, con la documentación de su situación económica, política, logística, sociocultural y geográfica. Esto con el fin de conocer las fuerzas externas inherentes a cada país que pueden en un momento dado influir el acceso al mercado.
c) Selección de los mercados meta con la ayuda de expertos de la región, que ayudados de una escala de valoración, priorizaron los mercados considerando los siguientes factores para la decisión: *mercado, gobierno, economía y logística*.
d) Análisis de micro-entorno en los países seleccionados como mercados meta, con recolección de información acerca de los competidores, intermediarios, importadores mayoristas y distribuidores del país destino, canales de comercialización y el comportamiento y costumbres del mercado consumidor.

- **Análisis de oportunidad de mercados**

Los mercados potenciales identificados para exportar cada una de las frutas priorizadas desde Colombia, luego de cruzar la información brindada por el modelo de potencialidad cuantitativa de PROCOLOMBIA y el volumen de importaciones de cada fruta en los últimos tres años, se resumen en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Mercados identificados como potenciales importadores de las frutas priorizadas

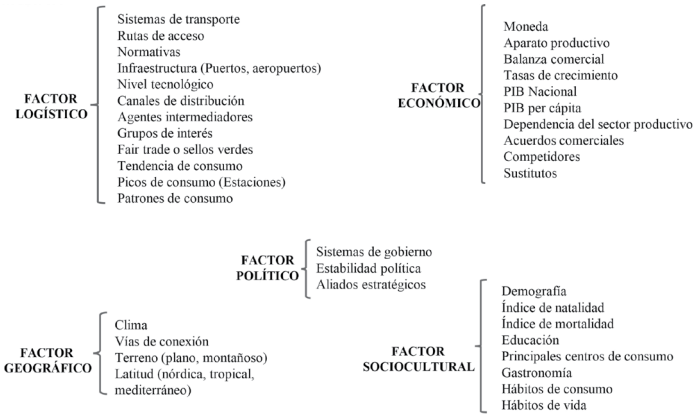
Fruta	Mercados potenciales
Aguacate Hass	Alemania, Reino Unido, Países Bajos y Canadá
Mango tommy	Países Bajos, Canadá, Alemania, Chile
Lima tahití	Canadá, Países Bajos, Reino Unido y Alemania

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Análisis de macro-entorno

Para el análisis de macro-entorno se compiló información sobre los aspectos de mercado, políticos, económicos, socioculturales, logísticos y geográficos, con sus respectivas variables (Figura 6.7), de cada uno de los países preseleccionados. Como resultado de la consulta efectuada se generó una ficha resumen para cada país[12] (ver ejemplo en la Tabla 6.4), con el fin de facilitar la consulta con expertos.

Figura 6.7. Variables consultadas en el macro-entorno de países preseleccionados



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

[12] Los resultados de la consulta efectuada para cada mercado potencial, están a disposición del lector mediante solicitud al correo electrónico: logihfrutic@unibague.edu.co.

Tabla 6.4. Ejemplo de ficha país en el análisis de macroentorno

Alemania	
Factor económico	**Factor político**
Moneda: Euro (EUR) 1 EUR = 1.0861 USD PIB (Miles de millones de USD) año 2014: 3.874,44 Crecimiento del PIB (2014): 1,6 % Tasa de inflación (%) año 2014: 0,8 % PIB Per Cápita (USD) año 2014: 47.640 Balanza Comercial (2014): Superavitaria Importaciones: USD$ 1.542.094 millones Exportaciones: USD$ 1.773.838 millones Relaciones comerciales con Colombia: Los acuerdos comerciales vigentes de Colombia con Alemania son: Acuerdo para la promoción y protección de inversiones del 23 de octubre del 2009 y el acuerdo para evitar doble tributación de abril del 2008. Fortalezas comerciales: Base industrial sólida. La integración de Europa central y oriental en la cadena de producción. Tamaño de los puertos de Hamburgo, Bremerhaven y Kiel. Debilidades comerciales: Envejecimiento de infraestructuras. Grado de dependencia de los mercados mundiales, y en particular de Europa. El alto costo de la energía y la insuficiencia de la red eléctrica.	**Sistema de gobierno:** Alemania posee un régimen federal, Alemania cuenta con 16 estados o provincias, que tienen gobiernos y legislaturas locales que gozan de una considerable descentralización respecto al gobierno federal.
	Factor Geográfico
	Capital: Berlín Área: 357.022 km^2 Ubicación: Es un país de Europa central que forma parte de la Unión Europea (UE). Limita al norte con el mar del Norte, Dinamarca y el mar Báltico; al este con Polonia y la República Checa; al sur con Austria y Suiza, y al oeste con Francia, Luxemburgo, Bélgica y los Países Bajos.
	Factor Sociocultural
Factor Logístico	**Población (2014):** 80,89 millones. **Tasa de desempleo (2014):** 6,5 % **Crecimiento de la población (2014):** 0,3 % **Idioma:** Alemán **Principales centros de consumo:** Las áreas metropolitanas en donde se centra el consumo son principalmente Berlín, Hamburgo, Múnich, Fránfort, Stuttgart, Colonia, Düsseldorf, Mannheim, Hanóver y Núrembreg. **Tendencias de consumo:** En Alemania, la población adulta mayor demanda constantemente productos saludables, así como funcionales y orgánicos que los ayuden a prevenir y sobrellevar ciertas enfermedades como la diabetes, presión alta y colesterol. El segmento de frutas y vegetales (4,2 % de participación del total del mercado) es el que presenta mayor oportunidad para las empresas exportadoras. Esto debido a que solo la quinta parte de frutas y un tercio de vegetales consumidos en Alemania son provistos por la producción local.
Infraestructura vial: Está compuesta por 645.000 kilómetros de carreteras pavimentadas (12.800 kilómetros son autopistas). Además, cuenta con 7.467 kilómetros de vías navegables y con 43.468,3 kilómetros de ferrocarriles. Puertos Marítimos: Hacia los puertos de Alemania, desde la costa atlántica colombiana operan cuatro (4) navieras con servicios directos y tiempos de tránsito desde los 12 días, hacia Hamburgo principalmente. La oferta se complementa con rutas en conexión en puertos de Panamá y Países Bajos, con tiempos de tránsito desde los 14 días. Desde Buenaventura existe un único servicio que ofrece rutas directas con tiempos de tránsito de 19 días, y 4 navieras que ofrecen servicio con conexiones en Panamá y Perú, con tiempos de tránsito desde los 21 días. Puertos Aéreos: Cuenta con 541 aeropuertos, 18 aeropuertos tienen facilidades aduaneras e infraestructura para el manejo y almacenamiento de carga, incluido almacenamiento en frío y protección de valores. De igual forma, las conexiones que realizan vía aérea permiten el traslado eficiente de todo tipo de carga a los diferentes destinos europeos y asiáticos. La mayoría de la carga aérea ingresa por Frankfurt y de ahí es transportada por carretera a los centros de distribución regionales.	

Fuente: Este estudio a partir de información disponible en sitios web de PROCOLOMBIA, Banco Santander S.A., Banco Mundial, SIICEX

- **Selección de mercados potenciales y análisis de macro-entorno**

Para cada una de las frutas priorizadas, se generó la matriz de selección que aparece en la Tabla 6.5 (ejemplo para la lima tahití). En las columnas *aspecto* y *peso* se reportan las ponderaciones obtenidas para cada variable, luego de aplicar el AHP con el panel de expertos.

Tabla 6.5. Matriz de selección de mercados meta para la exportación de fruta: Caso *lima tahití*

Aspecto	Variables	Peso	Alemania	Canadá	Países Bajos	Reino Unido
Aspectos de mercado Peso: 25,5 %	Importaciones variación (5A)	2,68 %	10 %	14 %	10 %	9 %
	Importaciones 2014 (miles)	1,81 %	259.442 USD	116.755 USD	238.566 USD	157.827 USD
	Exportaciones 2014 (miles)	2,35 %	213,58 USD	30 USD	277.929,93USD	58.890 USD
	Principales proveedores del mundo	2,04 %	España 61,5 % Italia 8,1 % Sudáfrica 4,3 %	EE.UU. 44,6 % Sudáfrica 10,6 % España 9,7 %	España 11,7 % Sudáfrica 11,2 %	España 41,2 % Sudáfrica 10,8 % Países Bajos 9,3 %
	Principales proveedores América latina	1,91 %	Brasil 10 % Argentina 4 % México 2,6 %	México 24,2 % Argentina 5,4 % Brasil 2,1 %	Brasil 26,4 % Argentina 20 % México 14,9 %	Brasil 13,1 % Argentina 6,8 % México 4,1 %
	Arancel específico	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Barreras no arancelarias	14,71 %	Sanitarias, fitosanitarias, trazabilidad y etiquetado	Fitosanitarias, límites de residuos químicos y etiquetado	Sanitarias, fitosanitarias, trazabilidad y etiquetado	Sanitarias, fitosanitarias, trazabilidad y etiquetado
Aspectos gobierno Peso: 9,8 %	Estabilidad política	9,80%	Régimen federal	Monarquía constitucional	Monarquía constitucional	Monarquía constitucional
Aspectos económicos 2014 Peso: 26,6 %	Inflación	5,05 %	0,90 %	1,90 %	1 %	1,50 %
	Balanza comercial 2014 (Mill USD)	6,65 %	260.545,3 USD	16.271,5 USD	100.242,7 USD	56.821 USD
	PIB per cápita 2014 (mil USD)	14,90 %	47.640 USD	51.630 USD	51.890 USD	43.330 USD

Continuación Tabla 6.5

Aspecto	Variables	Peso	Alemania	Canadá	Países Bajos	Reino Unido
Aspectos logísticos Peso: 38,1 %	Distancia aérea	2,82 %	9.245,32 Km	6.395,41 Km	8.896,20 Km	8,389,01 Km
	Precio por contenedor a 2016	5,18 %	Exportación: 1.015 USD Importación: 1.050 USD	Exportación: 1.680 USD Importación: 1.680 USD	Exportación: 925 USD Importación: 975 USD	Exportación: 1005 USD Importación: 1050 USD
	Rutas	6,40 %	Directo y con conexión	Directo y con conexión	Directo y con conexión	Directo y con conexión
	Frecuencia	7,09 %	Semanal	Semanal	Semanal	Semanal
	Tiempos de tránsito	6,44 %	Directo: 12-19 Indirecto: 14-32	Directo: 16-20 Indirecto: 16-26	Directo: 11-16 Indirecto: 14-26	Directo: 14-17 Indirecto: 16-33
	LPI 2014 (puesto/puntaje)	10,17 %	1 / 4,12	12/ 3,86	2/ 4,05	4/4,01

Fuente: Este estudio a partir de información disponible en sitios web de PROCOLOMBIA, Centro de Comercio Internacional (ITC), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)

Una vez terminada la valoración de expertos, de cada mercado potencial identificado para cada una de las frutas priorizadas, los resultados se resumen en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6. Mercados meta seleccionados para las frutas priorizadas

Fruta	Mercados meta
Aguacate Hass	Canadá y Países Bajos
Lima tahití	Países Bajos y Alemania
Mango	Países Bajos y Canadá

Fuente: Este estudio

Selección de mercados meta y análisis de micr-oentorno

Definidos los mercados meta se procedió a realizar el análisis de micro-entorno en los países seleccionados, teniendo en cuenta la particularidad de la fruta por comercializar. Entre los aspectos que se analizaron por cada mercado meta seleccionado, están: reglamentación, precios de mercado, canales de

distribución y medios de transporte, competidores mayoristas, distribuidores y minoristas, entre otros.

Análisis de microentorno para el aguacate Hass

La variedad Hass domina el mercado de los aguacates listos para comer, especialmente en los países de Europa Occidental. En la Unión Europea los consumidores otorgan principal prioridad a la calidad más que a la cantidad, por lo cual, los mayoristas y minoristas exigen productos de buena calidad y que los proveedores sean de confianza. Asimismo, el consumo de aguacate ha sido apoyado por los nuevos desarrollos tales como *listos para comer* y, más recientemente, la comercialización de aguacate congelado. El valor añadido de sabor y maduración de la fruta está estableciendo un nuevo estándar (CBI, 2015a).

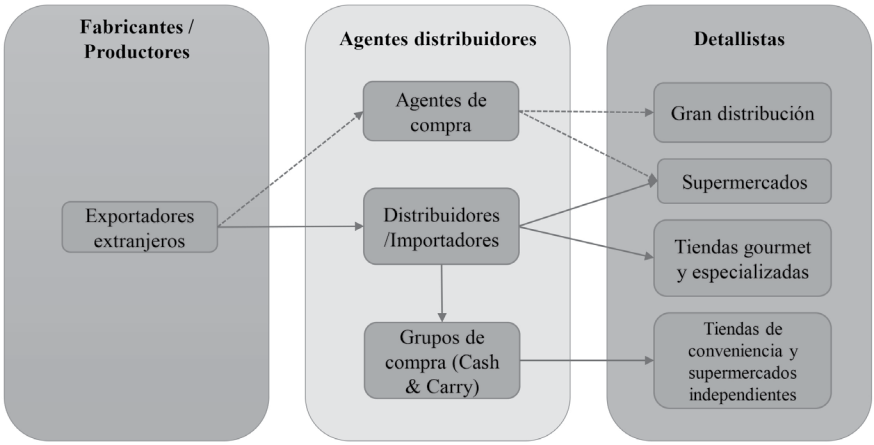
Se identificó que los Países Bajos y Francia son los principales puertos de entrada de aguacates a Europa (Galindo, 2016). En cuanto a los precios al consumidor para los aguacates fluctúan ligeramente. Los supermercados en Europa Occidental en general (incluido Países Bajos), venden un aguacate de buena calidad entre 1 y 1.5 euros (de la variedad *Hass*). Los aguacates orgánicos se venden con una prima de 20 % o incluso más. Los no madurados o aguacates de menor calidad se venden por mucho menos. Los precios en los mercados de la calle son generalmente más bajos que los supermercados. Los precios de la UE son un poco más bajos durante los meses de verano, cuando vuelve a estar disponible de proveedores tales como Perú y Sudáfrica, cuya temporada pico de cosecha se extiende desde mayo hasta agosto (CBI, 2015a).

Para los importadores de aguacate, la calidad durante la cosecha y el transporte marítimo, así como la transparencia en la cadena de suministro y el intercambio de información aguas arriba y aguas abajo, son características muy importantes que tienen en cuenta a la hora de comprar. Las asociaciones de largo plazo son buscadas para garantizar el suministro y calidad del producto (CBI, 2015a).

Para entrar a Canadá con productos importados, los productores los hacen a través de exportadores en el país de origen o a través de importadores

locales. Estos se dirigen principalmente hacia los distribuidores/importadores; a través de ellos entran en contacto con las cadenas de supermercados, pequeñas tiendas gourmet y otros establecimientos independientes. La Figura 6.8 muestra los principales canales de comercialización en Canadá, por tener en cuenta al incursionar este mercado (Galindo, 2016).

Figura 6.8. Canales de distribución de frutas y verduras frescas en Canadá



Fuente: Adaptado a partir de PROEXCA (2014)

En la Tabla 6.7 se resumen los principales actores identificados en la comercialización del aguacate Hass desde Colombia a Países Bajos y Canadá.

Tabla 6.7. Síntesis de principales actores en la comercialización de aguacate Hass desde Colombia

Actores\País	Países Bajos	Canadá
Competidores	Principales empresas exportadoras a) Perú: Camposol c) México: Frutos con Sabor a México	b) Chile: Comité de Paltas d) Brasil: Abrafrutas
Intermediarios (Importadores mayoristas)	UNIVEG Direct Fruit Marketing Levarht Inter-Weichert Westfalia Fruit	Loblaws Companies Ltd. Sobeys Inc Metro Inc
Distribuidores al por menor	Albert Heijn Super de Boer C1000 Spar Aldi Plus	Walmart Costco Wholesale Corporation Couche-Tard Inc
Líneas navieras o consolidadoras	Hamburg Süd Hapag-Lloyd HMME ConsolCargo	Hamburg Süd Maersk Hapag-Lloyd

Fuente: Este estudio a partir de la consulta de variados sitios web

Análisis de microentorno para mango

Los mercados de ambos países dentro del micro-entrono se caracterizaron como dos mercados bastante exigentes, especialmente Países Bajos, aun así, se encontró que la demanda de mango en ambos territorios es significativa, en Holanda la producción de mango es realmente baja y en Canadá es inexistente y es esta una gran oportunidad para incursionar en los dos mercados (Quiroga, 2016). Uno de los factores más relevantes hallados en el micro-entorno fue la constitución de la cadena de valor. Dentro de la cadena, desde la producción hasta el cliente final, cada eslabón aporta un porcentaje o valor que se estima asi: producción y exportación aportan un 27 %, el envío un 8 %, la importación y distribución un 20 % y finalmente el minorista un 45 % (CBI, 2015d).

Los precios para el consumidor de los mangos fluctúan según la temporada y la disponibilidad en Países Bajos. Los supermercados venden buenos mangos, los precios oscilan entre 1,50 y 2,0 euros. Los mangos más

pequeños, mangos de alta calidad se venden a precios similares, que los convierten en relativamente caros. Los que son transportados por aire y los mangos orgánicos pueden alcanzar precios de hasta 3,0 euros (CBI, 2015d), aun así, según Fresh Plaza (2016), existe actualmente un buen mercado para los mangos en Países Bajos. Los precios son más altos por la baja oferta y la elevada demanda. El Tommy Atkins cuesta entre 5 y 6 euros; el Palmer, entre 6 y 7,5 euros, y el Kent cerca de 7,50 euros.

En cuanto al perfil del mercado canadiense de frutas y verduras se puede afirmar que este es amplio, dado que Canadá tiene una temporada de cosecha relativamente corta (Central America Data, 2015). Los compradores canadienses son muy exigentes en cuanto al cumplimiento de plazos de entrega y valoran la capacidad de suministro y la calidad del servicio postventa (Oficina Económica y Comercial de España, 2015). Certificaciones como Fair Trade son apreciadas por los compradores porque agregan valor a los productos. Es necesario destacar que los gustos de los consumidores están enfocados principalmente en sabores exóticos y étnicos, que ofrezcan variedad a precios cómodos (PROCOLOMBIA, s.f.).

Respecto la competencia directa, se encontró que las principales importaciones holandesas para el año 2015 de mango provienen de Brasil y Perú, respecto a las importaciones canadienses, que provinieron de México y Brasil (Quiroga, 2016). En la Tabla 6.8 se presentan los principales actores identificados en la comercialización de mango desde Colombia.

Análisis de microentorno para la lima tahití

Las importaciones de limas frescas al mercado de la Unión Europea han aumentado de 85.000 toneladas en 2010 a 113.000 en 2014. Se espera un mayor crecimiento en los siguientes años debido al incremento en la popularidad de las limas en las preparaciones alimenticias, también en las industrias cosmética y farmacéutica, y la tendencia de los consumidores de considerar las limas como una fruta regular a una exótica y tropical.

Los exportadores de países como Colombia pueden beneficiarse de estas tendencias y ofrecer alternativas a la oferta dominante de México y Brasil, que en 2014 obtuvieron casi el 95 % del mercado (CBI, 2015c), operando al

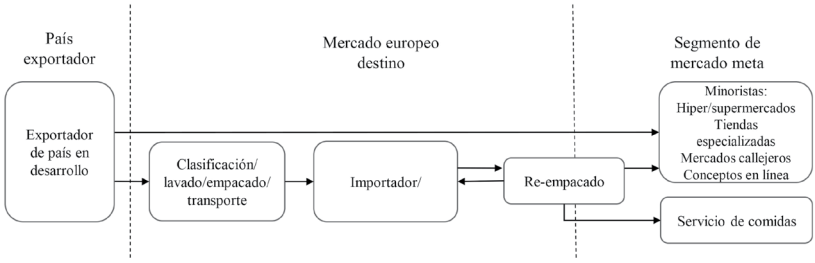
interior de canales de comercialización de frutas y hortalizas existentes en Europa (Figura 6.9 y Tabla 6.9).

Tabla 6.8. Síntesis de los principales actores en la comercialización de mango desde Colombia

Actores\País	Países Bajos	Canadá
Competidores	Principales empresas exportadoras a) Perú: Sunshine Export SAC y Camposol S.A. b) Ecuador: SembriExport S.A.	
Intermediarios (Importadores mayoristas)	Bud Holland Roveg Fruit And Vegetables Nature´s Pride BR Fresh Exotics Westfalia	Broadview Produce Company Inc Fresh Direct Produce La Huerta Imports Provincial Fruit Co Limited
Distribuidores al por menor	Ahold Superunie Jumbo Lidl ALDI	Loblaws Sobeys Metro Canada Safeway Walmart Costco
Líneas navieras o consolidadoras	Hapag Lloyd Hamburg Süd Maersk, ConsolCargo	Hamburg Süd Maersk Hapag-Lloyd

Fuente: Este estudio, a partir de la consulta de variados sitios web

Figura 6.9. Canales de comercialización de frutas y hortalizas en la Unión Europea y EFTA



Fuente: CBI (2015d)

Las fluctuaciones del precio y el riesgo deben ser siempre consideradas con los productos de nicho, incluyendo las limas. En los supermercados los precios de esta fruta varían desde 0,5 a 1 euro por pieza. Los precios son más bajos en los mercados callejeros. Las limas orgánicas pueden ser vendidas por un precio que puede superar entre 50 % a 100 % más del valor de la fruta sin estas caractísticas (CBI, 2015c).

Tabla 6.9. Síntesis de los principales actores en la comercialización de lima tahití desde Colombia

Actores\País	Países Bajos	Alemania
Competidores	Principales empresas exportadoras México: Cítricos cadillo, Citrícola Couturier, B&S grupo exportador Brasil: Supracitrus, Brasfruit, Citrus tree, Itacitrus	
Intermediarios (Importadores mayoristas)	Fresh Wise BV Citro Zone Nature's Pride BR Fresh Exotics BV Tropical Fruit Company	Internationale Fruchtimport Gesellschaft Weichert
Distribuidores al por menor	Albert Heijn Jumbo Lidl Aldi Plus C1000	Edeka Shwarz Aldi Rewe Metro
Líneas navieras o consolidadoras	Hamburg Süd Maersk Hapag-Lloyd HMME ConsolCargo	Hamburg Süd Maersk Hapag-Lloyd Panalpina CCNI

Fuente: Este estudio a partir de la consulta de variados sitios web

Identificación de las condiciones de internacionalización

En esta tercera fase, para las frutas priorizadas, se identificaron las condiciones de internacionalización y entrada a los países identificados como mercados meta, vinculadas con los requerimientos legales, comerciales y logísticos.

- **Identificación de requerimientos legales**

La normativa para los mercados meta seleccionados que se encuentran en la Unión Europea se caracteriza por estar en amplio grado, normalizada para todos los países miembros. Para ingresar a Europa los productos deben cumplir con los requisitos de la UE para proteger la salud humana y animal, el medio ambiente y los derechos de los consumidores. Los requisitos principales se pueden clasificar en requisitos sanitarios y fitosanitarios, requisitos medioambientales, requisitos técnicos, normas de comercialización y restricciones a la importación (Export Helpdesk, 2016). En la Tabla 6.10 se exponen los requisitos mínimos exigidos para la entrada de frutas frescas en la UE.

Tabla 6.10. Requisitos mínimos para el ingreso de frutas a la Unión Europea

Requisito	Descripción
Inocuidad y trazabilidad	El reglamento 178/2002 General Food Law (Ley General de Alimentos) establece los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria en la Unión Europea. El objetivo de esta norma es establecer los estándares para garantizar alimentos seguros a los consumidores. Aplica para alimentos producidos en la UE y los alimentos importados. Este reglamento establece una agencia independiente para el asesoramiento y apoyo a científico conocido como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA: European Food Safety Authority). También crea los principales procedimientos y herramientas para el manejo de emergencias y crisis, así como el Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos (RASFF: Rapid Alert System for Food and Feed). Este reglamento proporciona los requisitos de trazabilidad. El requisito mínimo es un paso atrás/un paso adelante. Lo anterior significa que se debe conocer y documentar los detalles de los proveedores y clientes, así como la identificación de los productos.
Calidad	El Reglamento 543/2011 define el estándar de calidad justa para la comercialización. Existe un estándar general para todos los productos, es decir unos mínimos necesarios para poder comercializar el producto. En el anexo 1 parte 2 de este reglamento se establecen los estándares de comercialización de las frutas cítricas, detallando el tipo de producto, disposiciones relativas a la calidad, calibrado, tolerancias, presentaciones y etiquetado.
Etiquetado	Cada unidad de fruta fresca tiene que ser identificada con datos del exportador y es obligatorio incluir el país de origen, la clase del producto y el número del lote. El reglamento 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo define la información alimentaria que debe ser facilitada al consumidor.

Continuación Tabla 6.10

Requisito	Descripción
Autorización fitosanitaria	El reglamento 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo define las sustancias que están permitidas en materia fitosanitaria para el ingreso de productos agrícolas, y su posterior comercialización y utilización. Este reglamento establece las normas aplicables a la autorización de productos fitosanitarios en su presentación comercial, y a su comercialización, utilización y control en la UE.
Límites máximos de residuos	El reglamento 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo establece las normas aplicables a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal. Posee una lista por ingrediente activo y por cultivo, también suministra los procedimientos de muestreo y análisis por producto.
Higiene	El reglamento 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo establece las normas generales de higiene de los productos alimenticios y las modalidades para la verificación de la observancia de dichas normas.
Embalaje	El material que se encuentre en contacto con los alimentos no debe tener migraciones de elementos de su composición que puedan ser peligrosos para la salud.

Fuente: Adaptado de PROCOLOMBIA; Van der Maden, 2015

Existen certificaciones que, a pesar de no ser requisitos legales para ingresar a la UE, son requisitos de los compradores (importadores o distribuidores) para adquirir el producto (PROCOLOMBIA, s.f.), entre estas se encuentran:

- *Buenas Prácticas Agrícolas.* Aplica para productores y plantas empacadoras. La norma globalmente aceptada y comúnmente exigida por los supermercados es GLOBAL G.A.P. Esta certificación es otorgada por un organismo privado que establece normas voluntarias a través de las cuales se puede certificar productos agrícolas en todas partes del mundo. Existen normas adicionales que varían dependiendo del cliente como Tesco Nature y Marks & Spencer (Van der Maden, 2015).
- *Regla de Comercio Ético.* Conocido como ETI (Ethical Trading Initiative) es una alianza de empresas, sindicatos y las ONG que promueven el respeto para los derechos de los trabajadores y busca que los trabajadores estén libres de explotación, discriminación y puedan gozar las condiciones de libertad, seguridad e igualdad en sus trabajos.
- *Certificación Fairtrade***.** Es un sello de garantía que funciona como distintivo positivo ofreciendo al consumidor seguridad acerca de los valores éticos

del producto, asegurando que ha sido producido en condiciones de trabajo dignas y comprados a un precio justo que apoya el desarrollo sostenible de la organización productora, de esta forma el producto será reconocido como socialmente responsable, aceptado como tal por consumidores (Fairtrade Ibérica, s.f.).

En cuanto al mercado canadiense, Quiroga (2016) relaciona las siguientes legislaciones:

- *Safe Food for Canadians Act* **(SFCA):** La nueva Ley SFCA consolida las autoridades de la Ley de Inspección de Pesca, la Ley de Productos Agrícolas de Canadá, la Ley de Inspección de Carnes, y las disposiciones de los alimentos de la Ley de Etiquetado y Envasado al Consumidor. Por tanto, esta ley está encaminada a la seguridad alimentaria, incluyendo su inspección, su seguridad, su etiquetado y la publicidad, la importación, la exportación y el comercio interprovincial.
- *Canada Agricultural Products Act R.S.C.***, 1985, c. 20 (4th Supp.):** Esta ley tiene como fin reglamentar la comercialización de los productos agrícolas en la importación, la exportación y el comercio interprovincial y de proveer a los estándares y calidades de los productos agrícolas nacionales, para su inspección y clasificación y para el registro de los establecimientos y de las normas que rigen los establecimientos.

- **Identificación de requerimientos comerciales**

En la Unión Europea la mayoría de los supermercados demandan envases de consumo para los productos importados, incluida la etiqueta minorista. También se requiere etiquetado del país de origen. Los tamaños de envase de consumo suelen ser bastante pequeños. Los establecimientos de gran superficie exigen cantidades mucho más grandes que las tiendas especializadas y los vendedores ambulantes. Estos últimos son suministrados generalmente por el comercio al por mayor. Asimismo, para el suministro de clientes minoristas, los exportadores deben ser capaces de suministrar grandes cantidades de la calidad del producto de una manera uniforme (CBI, 2015d).

Para convertirse en un proveedor habitual de las grandes cadenas de distribución, se debe tener capacidad de entrega oportuna y cooperar con promociones especiales, así como la flexibilidad en relación con la demanda estacional o en crecimiento. El suministro a través de un mayorista de importación es generalmente la única manera de alcanzar este estado. El importador o mayorista puede planificar y redistribuir los suministros de varios exportadores para satisfacer las demandas del cliente (CBI, 2015d).

A continuación, se resumen los principales requerimientos comerciales para cada una de las frutas priorizadas.

Requerimientos comerciales para el aguacate

Los aguacates se clasifican generalmente en tres clases de acuerdo con la calidad: superior, Clase I y Clase II. Deben al menos, estar intactos y limpios, libres de plagas, no deben tener daños, deben estar libres de humedad externa anormal, tener un tallo de no más de 10 mm de longitud, estar exentos de cualquier olor y sabor extraños, y estar en condiciones que permita soportar el transporte y la manipulación. Las normas de la CEPE requieren un contenido de materia seca mínimo para la variedad Hass del 21 % (requisito de madurez) (Galindo, 2016).

Las condiciones de envasado difieren según los clientes y los segmentos de mercado a los que van dirigidos, aunque su contenido deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por aguacates del mismo origen, variedad, calidad y calibre. Al menos deben ser empacados en embalajes nuevos y limpios, para evitar daños y proteger el producto adecuadamente, por lo cual la parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido (CBI, 2015a). El aguacate es envasado al por mayor en cajas de cartón (pueden variar en tamaño) y la mayoría se vende en cajas de 4 kg. Los importadores que maduran el producto y luego lo reempacan a menudo requieren cajas de plástico de 10 kg, también pueden ser envasados en grupos de dos, en porciones de 200gr (Galindo, 2016).

Requerimientos comerciales para el mango

Los mangos se dividen en tres clases: Clase extra, Clase I y Clase II. La información sobre los requisitos de calidad para cada clase se puede encontrar en el Codex Alimentarius y en las normas de la CEPE para los mangos. Las normas de calidad generales del Reglamento (CE) nº 543/2011 se aplican. Por lo menos, los mangos deben estar intactos, limpios, sanos y libres de plagas, daños, humedad exterior anormal, manchas necróticas negros y senderos, además deben ser capaces de soportar el transporte y la manipulación. El pedúnculo no debe ser superior a 1 cm (Quiroga, 2016).

La apariencia es muy importante para el consumidor canadiense, razón por lo cual se recomienda usar cera natural para pulido de la fruta; la chapa roja del mango con el lustre del pulido le otorga una apariencia muy especial en los anaqueles. Respecto al empacado y pesado, se deben llenar las cajas con tamaños uniformes y excediendo el peso neto para contrarrestar la pérdida del peso por la deshidratación del mango durante la travesía (Quiroga, 2016).

La certificación Global G.A.P /trazabilidad son requisitos a partir de 2013 en Canadá, y ya lo exigen la mayoría de los supermercados más importantes en ese territorio. En la fase de poscosecha se recomienda tener certificación HACCP o ISO para asegurar una óptima inocuidad y limpieza tanto de la planta como de los empleados (Proecuador, 2012).

Requerimientos comerciales para la lima tahití

Las limas son divididas en tres clases: Extra clase, clase I y clase II. En todas las clases, de conformidad con disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las limas deben estar según los estándares de mercado para cítricos (Export Helpdesk, s.f.): intactas, libres de magulladuras o cortes, libres de podredumbres u otras alteraciones que las hagan impropias para el consumo, limpias (prácticamente libres de cualquier materia extraña visible), libres de plagas, libres de daños causados por plagas que afectan la fruta, libres de signos de desecación y deshidratación, libres de daños causados por bajas temperaturas o heladas, libres de humedad externa anormal y exentas de cualquier olor o sabor extraños. También deben haber alcanzado un grado

apropiado de madurez y tener un color propio, el contenido de jugo debe ser de al menos 42 % para la lima tahití (Ramírez, 2016).

Las limas son clasificadas según el tamaño en códigos del 1 al 5, para la lima tahití estos oscilan de 42-67 mm de diámetro. Los requerimientos de empaque difieren dependiendo del cliente y el segmento del mercado. Las limas deben ser empacadas de tal forma que queden protegidas. El empaque debe ser nuevo, limpio y con la calidad adecuada para prevenir daños al producto. El embalaje al por mayor se realiza en cajas de cartón o cajas, usualmente con un peso neto de 4-4.5 kg, aunque algunas cajas pueden contener hasta 18 kg (CBI, 2015c).

- **Identificación de requerimientos logísticos**

La mayoría de los minoristas y sus proveedores operan con sistemas de respuesta eficiente al Consumidor (ECR) para ajustarse con flexibilidad y rapidez a los cambios de la demanda. La entrega a tiempo, la flexibilidad de la oferta y el ajuste a todas las necesidades logísticas para garantizar la calidad del producto son transcendentales. Los exportadores y productores deben ser capaces de satisfacer las necesidades logísticas de la cadena de suministro. Para garantizar la calidad del producto y ECR, la mayoría de las cadenas de suministro están estrictamente organizadas bajo la dirección del importador/mayorista o proveedor de servicios en relación con las demandas del minorista. Esto refleja la importante tendencia hacia la integración vertical (CBI, 2015d).

Los factores clave de éxito dentro de la logística de la cadena de frío están determinados por el impacto y la influencia que puedan tener dentro de los procesos de la cadena de abastecimiento. Son seis los principales agentes que se encuentran involucrados en la cadena de frío que deben tener las frutas que se involucran desde la producción hasta la llegada al cliente final. Entre los principales factores clave se encuentran: La poscosecha, la medición permanente y control de la temperatura, el almacenamiento, el empaque y embalaje, el transporte, la tecnología de información, la reglamentación legal (del tema de los productos) y la capacitación e información (PROCOLOMBIA, 2014).

Consecutivamente se sintetizan los principales requerimientos en materia logística para cada una de las frutas priorizadas en este estudio:

Requerimientos logísticos para el aguacate

Las labores de la gestión logística del aguacate para lograr exportarlo dependen principalmente del éxito en la cadena de frío, puesto que el aguacate debe mantenerse a una temperatura entre los 4–14 °C para conservar su humedad relativa entre un 85-90 %. Estas condiciones corresponden a un tiempo de tránsito y almacenamiento de 14-42 días (PROCOLOMBIA, 2015b).

En la etapa de empaque, este deberá garantizar la conservación de la cadena de frío, evitar el maltrato y deterioro de los aguacates frescos, asegurar su calidad y disminuir la posibilidad de rechazo. Es importante también que el material del que esté hecho el empaque sea compatible con el fruto, para evitar que se transmitan aromas o microorganismos (Galindo, 2016).

En cuanto al embalaje, deberá hacerse con embalajes de ventilación lateral, puesto que el producto es fresco, las estibas deberán ser metálicas o plásticas porque las de madera acumulan bacterias. Para el transporte, los vehículos deben estar debidamente acondicionados. Se recomienda que al momento de contratar el transporte terrestre se constate si se está cumpliendo con la reglamentación establecida por el Ministerio de Transporte, contratar un operador logístico calificado y asegurarse de tener cobertura del seguro. En el caso del transporte aéreo, el rubro más importante es el embalaje, debido a las características del tipo de trasporte, los tiempos de tránsito, escalas, manipulación y envíos exprés (PROCOLOMBIA, 2016).

Requerimientos logísticos para mango

En el tema de servicios desde Colombia a Países Bajos, existen diferentes opciones para los exportadores colombianos a cualquiera de los puertos principales. Desde el país se cuenta con servicios directos y aceptación de carga para todo tipo de contenedores. Sin embargo, es de señalar, que desde la Costa Atlántica colombiana existe mayor oferta de servicios y menores tiempos de tránsito que desde la Costa Pacífica del país (Murcia, 2007). Se recomienda que el origen del envío desde Colombia sea Cartagena, porque

además de poseer una buena infraestructura y las condiciones necesarias para el producto, la ciudad cuenta con conexiones directas a ambos puertos en Holanda, Ámsterdam y Rotterdam, y además es el único puerto que tiene conexiones directas a Canadá, a través de Vancouver (Quiroga, 2016).

Es vital que el producto llegue en buenas condiciones a su destino, por esto siempre se recomienda para la exportación del mango en general, que se escoja la línea naviera que realice la travesía más corta al lugar de destino, ya sea en este caso Canadá o Países Bajos (Quiroga, 2016).

Al ser el mango una fruta climatérica, debe tener un control de temperatura en los contenedores donde será transportada, por esto es necesario poner dos termógrafos (Temptale o similar calidad de preferencia) que permitan evaluar digitalmente la temperatura mantenida durante la travesía y así saber claramente si el equipo de transporte de la naviera ha funcionado correctamente, para que no afecte el valor comercial del mango. El mango por exportarse debe tener los parámetros claros acordados con los clientes importadores, de grados brix, color, apariencia, tamaño, presentación, entre otros. Se deben evitar los daños mecánicos. La ficha técnica debe ser acordada entre el exportador y el comprador, dentro de lo posible antes de empezar operaciones de cosecha y embarques (Proecuador, 2012).

Las temperaturas de almacenamiento del mango deben colocarse de acuerdo con los requerimientos específicos de cada variedad y del grado de madurez de la fruta, pero de forma general, se deben mantener a una temperatura entre 6 y 13°C y con una humedad relativa máxima de 95 %. La importancia de la cadena de frío radica en que evita la transpiración del mango, cuando pierde entre 5 % y 8 % del agua interna, la fruta se deshidrata y la calidad del producto se ve afectada (PROCOLOMBIA, 2014).

Requerimientos logísticos para la lima tahití

Se pueden transportar bienes a través de vía marítima o área desde Colombia a Países Bajos y Alemania. Dadas las características de la lima tahití (resistencia al tráfico internacional y ciclo de vida) y con el fin de optimizar la carga y los ingresos al exportador, el modo de transporte ideal para exportarla a Europa desde Colombia es el marítimo (Ramírez, 2016).

A lo largo de la cadena de suministro, la limpieza y la descontaminación de equipos, contenedores, pallets, cajas y vehículos es de suma importancia. Los exportadores deben cumplir con las exigencias en materia de logística y prestar atención especial a la entrega a tiempo, la refrigeración y la higiene (CBI, 2015d).

Tanto en la costa atlántica como pacífica colombiana se presta servicio directo e indirecto hacía los principales puertos de Países Bajos (Amsterdam y Rotterdam) y Alemania (Bremen, Bremerhaven y Hamburgo). Dado que la lima es un bien perecedero y con el fin de aumentar el tiempo de exposición en góndola a los consumidores, es ideal tomar un servicio directo hacia el puerto y disminuir así el tiempo de tránsito internacional (Ramírez, 2016).

Conclusiones

Aunque es innegable el potencial del departamento del Tolima y de otras regiones del país en la producción y exportación de productos en fresco y procesados, existen dificultades relacionadas con el cumplimiento de normas sanitarias, volúmenes y calidad, indispensables para el acceso efectivo a los mercados internacionales.

En este sentido, una vez analizados los casos del aguacate Hass, mango tommy y lima tahití en el Tolima, se concluye lo siguiente:

- Los países de la Unión Europea son mercados atractivos para la exportación de frutas frescas desde Colombia debido a la tendencia de consumo de productos saludables, el alto poder adquisitivo que poseen, su desempeño logístico, su estabilidad económica y los beneficios arancelarios otorgados a Colombia.
- Las certificaciones internacionales son necesarias para que un productor pueda asegurar y certificar las prácticas que realiza en su unidad productiva, como también, para que obtenga el pase de entrada a mercados internacionales.
- El manejo logístico de las frutas tipo exportación es fundamental para asegurar las condiciones óptimas de calidad de las mismas, prolongar su ciclo de vida y tiempo de exposición en góndola, lo anterior permite establecer relaciones fiables y duraderas con los clientes en el extranjero.

Agradecimientos

Las autoras agradecen las contribuciones realizadas por los profesionales, en su momento estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Ibagué: Angie Ramírez, Sully Quiroga, Jefferson Galindo y Daniela García, en el desarrollo de su trabajo de grado como asistentes de investigación en el marco de la estrategia No. 6 *Apoyo a exportación,* definida e implementada en el Convenio 1032-2013.

Referencias

Álvarez, J. F. (2016). *Transporte internacional de mercancías*. (S. A. Ediciones Paraninfo, Ed.) (1st ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.

Bell, J., McNaughton, R., & Young, S. (2001). *Born-again global' firms. An extension tothe "born global" phenomenon*. Journal of International Management, *7* (3), 173-189.

Cardozo, P. P., Chavarro, A., & Ramírez, C. A. (2013). Teorías de internacionalización. *PANORAMA*, *1* (3), 4-23.

CBI. (2015a). *CBI Product Factsheet: Fresh Avocados in Europe*. La Haya: Centre for the Promotion of Imports from developing countries. Recovered from https://www.cbi.eu

CBI. (2015b). *CBI Factsheet: Fresh Mangoes in Europe*. La Haya: Centre for the Promotion of Imports from developing countries. Recuperado de https://www.cbi.eu

CBI. (2015c). *CBI Product factsheet: Fresh Limes in Europe.* La Haya: Centre for the Promotion of Imports from developing countries. Recuperado de https://www.cbi.eu

CBI. (2015d). *CBI Market Channels and Segments.* Ministry of Foreing Affair. Netherlands Goberment. Recuperado de https://www.cbi.eu

CCI. (2017). *Informe Situación económica de la Región 2016.* Cámara de comercio de Ibagué. Ibagué: Dirección de investigaciones y publicaciones.

Central America Data. (2015). *Canadienses Comen más Frutas y Verduras.* Recuperado de http://www.centralamericadata.com

Corporación Colombia Internacional. (2017). *GLOBAL G.A.P. Colombia: Una inmensa ventana exportadora para el agro del país*. Recuperado de http://www.cci.org.co

DNP. (2007). *Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad del Tolima.* Documento Regional. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación.

Export Helpdesk. (2016). *Requisitos.* Recuperado de http://exporthelp.europa.eu/

Export Helpdesk. (s.f.). *Marketing Standard for citrus fruit.* Obtenido de ANNEX I to Commission Implementing Regulation (EC) No 543/2011 of 7 June 2011. Recuperado de https://www.ble.de

Fairtrade Ibérica. (s.f.). ¿Qué es Fairtrade? Recuperado de http://www.sellocomerciojusto.org

Fedesarrollo. (2015). *La economía del departamento del Tolima: Diagnóstico y perspectivas de mediano plazo.* (M. Delgado, C. Ulloa, & J. M. Ramírez, Edits.) Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/2739

FINAGRO. (2014). *Perspectiva del sector agropecuario colombiano.* Bogotá: Equipo técnico de presidencia.

Fresh Plaza. (2016). *Resumen del mercado global del mango*. Recuperado de http://www.freshplaza.es

Galindo, J. (2016). *Plan de diagnóstico y acompañamiento con fin exportador a productores de aguacate Hass en el Tolima* (Tesis de pregrado). Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia.

Grande Esteban, I., & Abascal Fernández, E. (2017). *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. (13th ed.). Madrid, España: ESIC EDITORIAL.

Instituto Nacional de Comercio Exterior y Aduanas -INCEA. (2016). *Cómo exportar 2*. México. Recuperado de http://www.incea.org.mx/curso-como-exportar-2/

Johanson, J., & Vahlne, J.-E. (1977). The internationalization of the firm- A Model of knowledge development and increasing foreign market commitmnents. *Journal of International Business Studies*, *8* (1), 23-32.

Johanson, J., & Wiedersheim-Paul, F. (1975). The internationalization of the firm-four Swedish cases. *Journal of Management Studies*, *12* (3), 305-323.

Luostarinen, R., & Welch, L. (1990). *International Business Operations*. Helsinki, Finlandia: Kyriiri Oy.

Legiscomex. (2013). *Inteligencia de mercados: Exportación de frutas exóticas colombianas.* Recuperado de www.legiscomex.com

Martínez, C. (1997). *Causas de internacionalización de las empresas: un estudio aplicado a pequeñas y medianas empresas de la provincia de Alicante* (Tesis doctoral).

Departamento de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Alicante. Alicante, España. Recuperado de http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/3710

MADR - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). *Apuesta Exportadora Agropecuaria.* Gobierno de Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016a). *Estadísticas de producción, área sembrada y rendimiento por departamento: Tolima*, *2015*. Recuperado de http://www.agronet.gov.co

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *Destino de las exportaciones del sector agropecuario: 2011-2015*. Recuperado de http://www.agronet.gov.co

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018a). Área, producción y rendimiento nacional por cultivo: 2011-2016. Recuperado de http://www.agronet.gov.co

Murcia, R. (2007). *Estudio para evaluar la viabilidad de la exportación de uchuva y mango en forma deshidratada a Holanda.* Recuperado de http://repository.lasalle.edu.co

Oficina Económica y Comercial de España. (2015). *Canadá.* Recuperado de http://www.iberglobal.com

PROCOLOMBIA. (2013). *Revista de las oportunidades PROEXPORT Colombia: Tolima aprovecha los TLC.* Recuperado de http://www.procolombia.co/publicaciones

PROCOLOMBIA. (2014). *Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia.* Recuperado de http://www.procolombia.co

PROCOLOMBIA. (2015a). *La guía de las oportunidades para vender más en el mercado internacional, Tolima.* Recuperado de http://www.procolombia.co

PROCOLOMBIA. (2015b). *Cadena de frío.* Recuperado de http://www.procolombia.co

PROCOLOMBIA. (2016). *Cadena de frío 2016.* Recuperado de http://www.procolombia.co

PROCOLOMBIA. (s.f). *Siete datos que desconocía para exportar frutas a Europa.* Recuperado de http://www.procolombia.co

Proecuador. (2012). *Perfil de Mango en Canadá*. Recuperado de http://www.proecuador.gob

PROEXCA. (2014). *Mercado del mango y el aguacate en Canadá, 1–10*. Recuperado de: http://www.proexca.es

Quiroga, S. (2016). *Plan de diagnóstico y acompañamiento con fin exportador a productores de mango en el Tolima* (Tesis de pregrado). Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia.

Ramírez, A. (2016). *Plan de diagnóstico y acompañamiento con fin exportador a productores de lima tahití en el Tolima* (Tesis de pregrado). Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia.

Sigala, L. M. A. (2011). Velocidad en el proceso de internacionalización de las empresas: revisión de teorías divergentes. *Compendium*, *14* (26), 61-79.

Solow, R. M. (2010). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, *39* (3), 312-320.

Trujillo, M., Rodríguez, D., Guzmán, A., & Becerra, G. (2006). Perspectivas teóricas sobre internacionalización de empresas. *Administración. Documentos de Investigación*, *30* (ago).

Turnbull, P. H., & Valla, J.-P. (1986). *Strategies for International Industrial Marketing*. London, UK: Routledge Library Editions.

Van der Maden, A. (2015). *Requisitos de acceso al mercado europeo frutas frescas tropicales y exóticas.* Agencia de Promoción de Importaciones de Holanda. Recuperado de https://www.hollandhouse-colombia.com.

Williams, T. I. (2000). *Historia de la tecnología*. Madrid, España: Siglo Veintiuno Editores.

7. Caracterización y diseño de alternativas de mejora en centros de acopio primarios

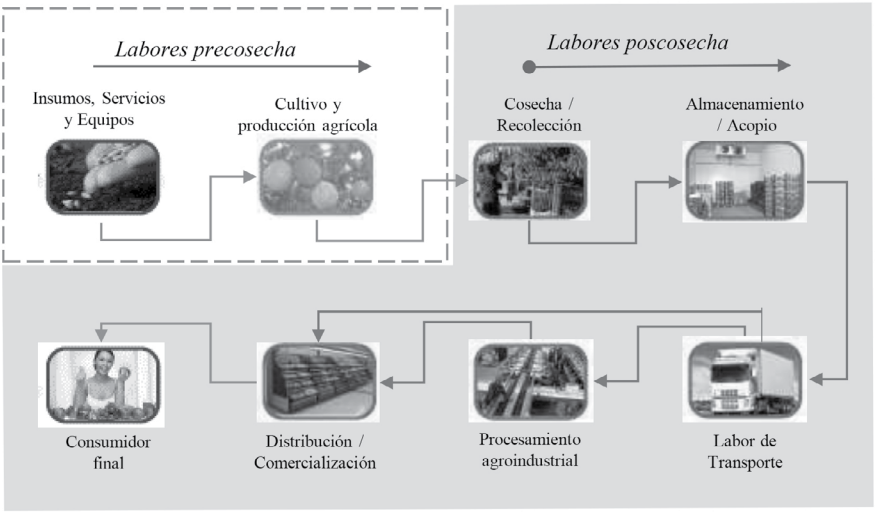
Carolina Saavedra Moreno, Nelson Javier Tovar Perilla

La cadena de suministro es una red de eslabones que trabajan para entregar las materias primas, productos en proceso y productos terminados a los centros de producción, almacenes, centros de distribución, y minoristas (Özşahin, Zehir, Demirtaş y Tuzkaya, 2012). Para el caso específico de alimentos, la cadena debe estar configurada para productos altamente perecederos con una vida útil corta y producciones estacionales. Según Berruto y Busato (2009), la cosecha, pre-enfriamiento, clasificación, embalaje, almacenamiento y transporte son consideradas como las principales operaciones dentro de la cadena de suministro para garantizar la vida útil del producto y por lo tanto la posibilidad de venta.

Dadas las características de los productos en la Cadena de Suministro de Alimentos (CSA), el almacenamiento se convierte en un proceso clave para garantizar los requerimientos de conservación de los alimentos ya que permite mantener su calidad, inocuidad y por ende su valor comercial (Özşahin *et al.,* 2012; Tanner, 2016). El almacenamiento sirve como un medio para retrasar la comercialización hasta que los precios suban, para proporcionar cantidades uniformes a la distribución minorista, o para reducir la frecuencia de compra por parte del consumidor (Shewfelt y Prussia, 1993; Walsh, 2009).

Como se muestra en la Figura 7.1, uno de los eslabones en la cadena de suministros de origen hortofrutícola que lleva a cabo tareas de almacenamiento son los Centros de Acopio (CA), que son lugares fijos donde pequeños agricultores concentran su producción, con el fin de consolidar carga y eventualmente llevar a cabo ciertas actividades como empaque, clasificación, limpieza y transformación, para finalmente conectar con los puntos de consumo (Berruto, 2009; Busato, 2009). En estos lugares se desarrollan tareas que determinan la vida útil del producto, toda vez que esta depende además de las condiciones iniciales obtenidas en finca, de las condiciones de almacenamiento de manipulación dadas en los CA.

Figura 7.1. Modelo simplificado de una cadena de suministro de origen hortofrutícola



Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Para garantizar que los CA cumplan de manera adecuada con sus funciones, Özşahin *et al.* (2012) plantean que el diseño de un centro de distribución de productos hortofrutícolas debe lograr la integración entre las actividades de manipulación, almacenamiento, envasado y logísticas, todas estas actividades añaden valor. Además, que el diseño debe contribuir a que los tiempos de tránsito en el CA y entrega a los clientes sean lo más rápido posible, por lo que se deben minimizar las cargas/descargas, los transportes internos y la manipulación del producto, a partir de la selección y operación de un sistema adecuado de manejo de materiales que permita garantizar la frescura y calidad de los productos.

En la Resolución 2674 de 2013, se reglamentan las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013) y en ella se incluyen recomendaciones de diseño para el área de almacenamiento en las siguientes variables: Abastecimiento de agua; Disposición de residuos sólidos; Construcción de pisos y drenajes, techos, iluminación, ventilación; Equipos y utensilios; Capacitación del personal; Materias primas e insumos; Envases y embalajes; Trazabilidad y; Calidad

(control de plagas, prevención de la contaminación cruzada, control de inocuidad y garantía de la confiabilidad de las mediciones).

Por su parte, el listado de verificación del Sistema de gestión de Calidad para manipulación del producto, frutas y hortalizas propuesto por Global GAP[13], establece requerimientos asociados a los siguientes elementos en los CA:

- Gestión y organización administrativa: documentación legal de la unidad empresarial (derecho legal para comercializar), evidencias de contratos de compra y negociación, registros de trazabilidad de productos, sistema de gestión de calidad, documentación de la estructura de la organización y del sistema de gestión, gestión de reclamaciones.
- Manipulación del producto: condiciones de higiene del área de trabajo y el personal, condiciones de almacenamiento de productos, condiciones de equipos, utensilios y materiales, control de plagas y de contaminación, registros, control de calidad y abastecimiento y calidad de agua, entre otros.

Finalmente, el Consejo de Cadenas de Suministro (SCC por sus siglas en inglés), a partir de lo definido en su modelo de referencia para cadenas de suministro (SCOR por sus siglas en inglés), deriva un conjunto de Buenas Prácticas Logísticas que incluyen, en las labores de abastecimiento, producción y almacenamiento, las siguientes:

- Supervisar el cumplimiento o conformidad del producto
- Implementar programas de prevención de la contaminación
- Utilizar vehículos de alta eficiencia
- Planear la capacidad de carga del nivel de producción
- Organizar para mejorar la flexibilidad
- Llevar precisión en los planes de proceso

Uno de los eslabones más importantes dentro de las CSA a nivel regional son los centros de acopio primario (CAP). Estas empresas son el primer canal directo de contacto con los productores, por lo tanto, se convierten en agentes con el potencial para cumplir tareas logísticas como consolidación de carga de producto en fresco

[13] Tomado de www.globalgap.org/export/

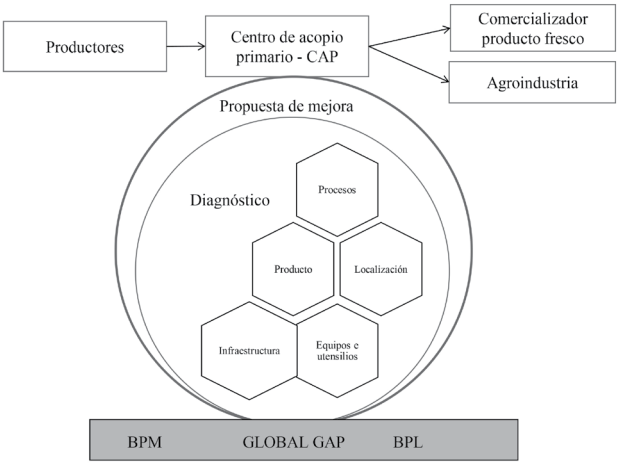
y procesos de agregación de valor a través de la generación de nuevos productos agroindustriales mínimamente procesados. El Convenio 1032-2013 incluyó dentro de sus beneficiarios a los CAP con el fin de articularlos con las agrocadenas priorizadas. Con ese propósito se escogieron como casos piloto para el análisis y el diseño de mejoras, dos CAP representativos de las zonas de estudio.

Modelo de intervención

El modelo de intervención incluyó las siguientes fases: i) caracterización de la etapa de acopio de las cadenas por estudiar, ii) diagnóstico de la operación logística actual, iii) diseño de propuestas de mejora y, finalmente, iv) implementación de las propuestas a nivel piloto. En este capítulo se presentan los fundamentos y resultados del desarrollo de las tres primeras fases.

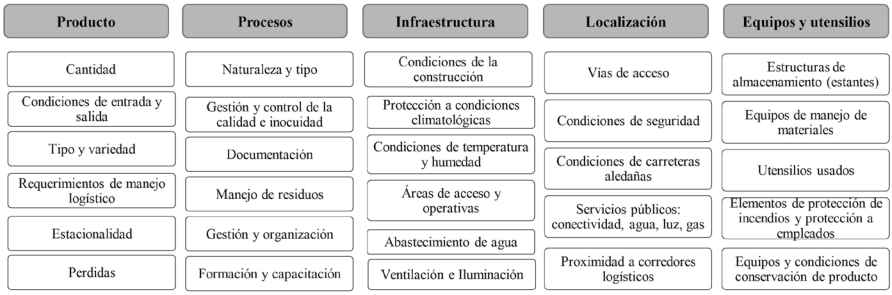
En la primera fase del modelo (Figura 7.2), tomando como base lo referido en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), las Buenas Prácticas Logísticas (BPL) y los requerimientos de la norma internacional Global Gap, se analizaron cinco factores clave en la operación de cada CAP, tal y como se resumen en la Figura 7.3.

Figura 7.2. Modelo de intervención de los Centros de Acopio



Fuente: Este estudio

Figura 7.3. Elementos de análisis por factor



Fuente: Este estudio

A partir de la información recolectada mediante encuestas semi-estructuradas, entrevistas y visitas de campo, se logró caracterizar la operación logísticas de cada CAP bajo estudio. En la segunda fase se analizó en su conjunto la información y se logró establecer el grado de cumplimiento de la buena práctica presente en cada factor analizado. Luego de establecer la presencia total, parcial o nula del nivel recomendado, se priorizaron los puntos que por razón de su naturaleza, criticidad y coherencia con los campos de intervención del Convenio 1032-2013, eran potencialmente elegibles para intervención y mejora. Con esta información priorizada, en la tercera fase se procedió con el diseño de las propuestas de mejora alrededor de los puntos críticos identificados y se validó su conveniencia con los respectivos administradores y juntas directivas de los CAP seleccionados como beneficiarios.

Los centros de acopio objeto de estudio y sujetos de intervención obedecieron a dos CAP representativos para el sector hortofrutícola del Tolima:

- CAP de la Cooperativa de Productores de Cajamarca y Anaime (CARC), localizada en el municipio de Cajamarca al occidente del Tolima, conformada en el año 2016 con cerca de 110 socios.
- CAP de la Asociación de Productores de Frutos de Fresno (ASOFRUTOS), localizada en el municipio de Fresno al norte de la Región, conformada en el año 2016 con cerca de 200 socios.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la caracterización de la labor de acopio, para luego mostrar los puntos críticos identificados y las correspondientes propuestas de mejora diseñadas cada para CAP estudiado.

Caracterización de la labor de acopio en el CAP: Asofrutos

Productos. Los asociados cosechan gran variedad de frutas y hortalizas que son acopiados en las instalaciones del CAP. Los principales productos que se trabajan son el aguacate (variedades Lorena, Hass, Santana, Semil y Choquete), plátano (variedades Negra, Parejo, Africano, Hartón y Fuerte), guanábana y maracuyá. En la Tabla 7.1 se expone el volumen en kilogramos de las diferentes frutas y hortalizas que se recibieron en el centro de acopio en el año 2015.

Tabla 7.1. Volumen de entrada de producto al centro de acopio (kg)

Mes	Aguacate	Plátano	Maracuyá	Guanábana
Enero	8.638	270	0	0
Febrero	4.773	1.169	0	126
Marzo	2.752	76	0	60
Abril	3.267	94	0	8.737
Mayo	6.594	380	0	6.520
Junio	7.375	493	0	10.062
Julio	8.904	246	102	3.331
Septiembre	20.878	511	0	338
Octubre	7.403	426	0	2.818

Fuente: Asofrutos (2016)

Nota: Sin registros de entrada los meses de agosto, noviembre y diciembre

Procesos. En el CAP se realizan las siguientes operaciones: *recibo, pesado, limpieza, selección, almacenamiento, empaque y despacho*. El producto es transportado desde las fincas a granel, en estopas o costales, generalmente en camperos o camionetas (Figura 7.4), con una capacidad aproximada de 1.000 kg de fruta y que no cuentan con las condiciones necesarias para un adecuado

transporte del producto. El costo de transporte es asumido por el productor y oscila entre $25.000 y $90.000 dependiendo de variables como distancia, tipo de vehículo y volumen por transportar. En el transporte se mezclan los productos, situación que genera daño en los mismos y la posibilidad de contaminación (Figura 7.4a).

Figura 7.4. Recibo y selección de producto en CAP: Asofruto

a) Recibo	b) Pesaje	c) Selección y clasificación

Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Una vez la fruta llega al centro es descargada y pesada, si el producto llega a granel es necesario hacer el cambio a canastillas para su pesado, si el ingreso es en estopa o en bolsa, su pesado se efectúa con el empaque de entrada. Este proceso se lleva a cabo afuera del centro de acopio, donde no se cumplen con las normas de manejo de alimentos; sin embargo, el proceso se realiza de forma ágil y rápida (Figura 7.4b).

La siguiente operación es la selección de la fruta, que consiste en una revisión superficial del peso, tamaño y madurez (puesto que en finca se ha realizado una clasificación preliminar) y la respectiva categorización del producto en primera, segunda o tercera (esta clasificación, generalmente dada por tamaño y apariencia, es la que determina el precio que pagan al productor) (Figura 7.4c). Luego, la fruta es almacenada en canastillas, en estopa o en bolsas, por un tiempo máximo de 24 horas, debido a que el centro no cuenta con áreas que permitan conservar las condiciones de calidad del producto. Finalmente se realiza el empaque según los requerimientos de los clientes. La fruta es transportada hasta los clientes que contratan directamente este servicio, en su mayoría en furgones, camiones o camperos sin sistema de refrigeración.

La empresa cuenta con cinco personas en el área administrativa y cinco en el área de operación. En la empresa no están documentados los procedimientos logísticos que se llevan a cabo. Para la entrada del producto se registra un formato en el cual se diligencia la fecha de ingreso, la finca de procedencia, el responsable de la mercancía, NIT, tipo de fruta, cantidad, valor unitario y valor total.

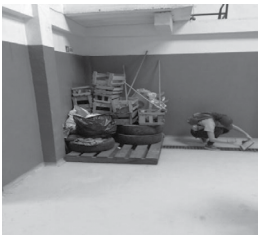
Infraestructura. Se cuenta con un área acondicionada para recepción, pesaje y almacenamiento temporal de producto. Las condiciones actuales de la infraestructura requieren de mejoras para cumplir con los requisitos mínimos de manejo de alimentos. Inicialmente se identificó el riesgo de contaminación cruzada por la realización de actividades de selección, clasificación, almacenamiento y empaque en la misma área dónde se almacenan los residuos. Además, las áreas de entrada y salida de producto no están acondicionadas para atender los procesos de carga y descarga de alimentos. Es crítico para la inocuidad del producto la adecuación del piso, puesto que presenta grietas y es resbaloso y la implementación de un área de selección y clasificación, que actualmente se improvisa con las canastillas disponibles en el centro. La Figura 7.5 deja ver las condiciones iniciales de infraestructura del centro de acopio.

Figura 7.5 Estado inicial de la infraestructura de CAP: Asofrutos

a) Pisos

b) Techos

c) Paredes



d) Área de residuos

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Localización. El centro de acopio se encuentra ubicado en la plaza de mercado de Fresno, lugar central que está ubicado próximo a los corredores viales del municipio. Cuenta con plataformas de carga y descarga apropiadas, no obstante, cuando el flujo de vehículos es alto, estos ocupan la calle y generan congestión. Se dispone de todos los servicios públicos, incluyendo Internet.

Equipos y utensilios. El centro cuenta con 5 básculas para realizar la tarea de pesado y 1.390 canastillas de diferentes dimensiones. Se evidenció subutilización de las canastillas disponibles, las cuales ocupan una porción importante del espacio de almacenamiento disponible. Los operarios están dotados con las herramientas requeridas para el cumplimiento de las condiciones normativas.

Caracterización de la labor de acopio en el CAP*: CARC*

Productos. Según datos históricos, en promedio, semanalmente el CAP recibe 8 toneladas de producto. En el año 2015 se recibieron en total 1.680 toneladas de producto aproximadamente, de las cuales el 48 % correspondió a frutas, 34 % fueron tubérculos, 17 % hortalizas – verduras y un 1 % de otros productos. Los principales productos que comercializa son: arracacha, guineo, granadilla, gulupa, curuba, habichuela, pepino, remolacha, repollo, tomate, tomate de árbol, yuca y zanahoria. En lo que corresponde a sistemas de empaque con el cual se recibe la fruta, es de indicar que la gulupa, el pepino y el tomate se reciben en cajas de cartón, mientras que el guineo y la granadilla se reciben en canastillas; la curuba se recibe en cajas y canastillas, y los demás productos llegan empacados en bultos, la unidad de carga más popular.

Con respecto a la frecuencia de llegada, la arracacha (que representa el 20 % del total de producto recibido) llega tres veces a la semana, mientras que los demás productos arriban al CAP una vez a la semana, entre los días lunes y jueves. Los productos se transportan desde las fincas hasta el CAP principalmente en jeeps, que pertenecen a la Gobernación del municipio y en algunos casos el producto se mueve en animales.

Procesos. En el CAP se realizan los siguientes procesos logísticos: *recibo, pesado, almacenamiento, selección y clasificación, acondicionamiento, empaque y despacho*. El proceso de *recibo* inicia con la descarga del producto de los vehículos y el registro inicial de la información de entrada que incluye la fecha de recibo, nombre del asociado, cantidades recibidas, precio de compra y condiciones de entrega (lugar y hora); con esta información se genera la factura de compra desde el software disponible. Luego, el producto *es pesado y almacenado* en el área de operación (Figura 7.6b).

Teniendo en cuenta los requerimientos de los clientes se llevan a cabo las etapas de *selección y clasificación.* Inicialmente los operarios hacen una verificación visual de la calidad del producto (frescura, daños físicos, daños mecánicos, grado de maduración), luego lo clasifican dependiendo del tamaño y peso, de acuerdo con los requisitos pactados en la compra. Los productos se clasifican en Tipo I, II y III; los Tipo I se comercializan en grandes superficies, dadas sus mejores condiciones de calidad; los productos Tipo II se comercializan en el punto de venta del CAP o se disponen para realizar pulpas y; los productos Tipo III, corresponden a ciertos productos de baja calidad que son vendidos en las plazas de mercado aledañas o se entregan a los asociados para elaborar abonos o como comida para animales.

La etapa de *acondicionamiento* incluye las operaciones de corte, deshojado y desinfección o lavado con hidro-lavadora si el producto lo requiere, teniendo en cuenta las condiciones acordadas con el cliente. A continuación, se *empacan* en bolsas plásticas, costales o canastillas, de acuerdo con los requisitos de comercialización. Finalmente se almacenan temporalmente en el área de almacenamiento para distribución antes de ser *despachados*. Los principales clientes del CAP son: Supermercados Olímpica (Pereira, Bogotá y Cali), Éxito (Cali e Ibagué), Makro Ibagué y las centrales de abastos en Bogotá, Cali y Armenia. Además, atiende clientes institucionales con productos empacados al vacío.

A pesar de que la empresa tiene documentados los requerimientos de los clientes, se carece de la documentación y estandarización de la operación logística general. Actualmente el CAP cuenta con 17 empleados, diez de ellos encargados de la operación. Todo el personal del centro se encuentra capacitado en educación sanitaria y en principios básicos en BPM y en general

cumplen con los requerimientos de manipulación de alimentos. En el CAP se llevan registros físicos de entrada y salida de producto.

Infraestructura. El CAP cuenta con zonas de recepción, operación y despacho. La tarea de descarga se realiza en el andén, las tareas de registro y pesado se llevan a cabo en la primera zona, que cuenta con acceso a la calle (Figura 7.6). Las condiciones actuales de la infraestructura cumplen con los requisitos mínimos de manejo de alimentos y, parcialmente, con las buenas prácticas de manufactura. Es un lugar con adecuada iluminación natural y artificial, que cuenta con sistema de ventilación que está protegido para el ingreso de plagas o roedores. El principal elemento de mejora en infraestructura son los pisos, puesto que presentan grietas y desgaste que pone en riesgo la seguridad de los colaboradores e incumplen los requerimientos de inocuidad en el manejo de alimentos.

Figura 7.6. Estado inicial de la infraestructura y configuración de CAP: CARC

a) Recepción	b) Zona de operación	c) Zona de almacenamiento (cuarto frio)
d) Zona de despacho	e) Área agroindustrial	f) Estado de los pisos

Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Localización. El CAP se ubica en una zona residencial cercana al parque principal del municipio. Cuenta con vías de acceso que permiten conectar con los corredores viales más importantes del municipio. El estar ubicado en zona residencial dificulta los procesos de carga y descarga, los cuales se llevan a cabo en las vías y andenes públicos. El lugar cuenta con todos los servicios públicos.

Equipos y utensilios. En la empresa se cuenta con dos carretillas manuales para el movimiento de la mercancía, tres básculas para el proceso de pesaje, una banda transportadora y una mesa de clasificación que no cumple con los requerimientos de inocuidad para el manejo adecuado de alimentos. Además, tiene cuarto frío y maquinaria agroindustrial para despulpado de frutas y empacado al vacío. Se disponen de 600 canastillas para almacenamiento de los productos, no obstante, esta unidad de carga no garantiza la separación del producto con el piso. Se evidenció subutilización de las canastillas disponibles, las cuales se ubican en la zona de almacenamiento, ocupando una porción importante del espacio. Lo anterior hace que en temporadas de alta demanda no se cuente con el espacio necesario para almacenar de manera adecuada la cantidad de producto que se recibe. Para el proceso de comercialización y distribución se cuenta con tres camiones furgones propios, uno de ellos con sistema de refrigeración.

Factores de mejora identificados

Los factores críticos identificados como alternativas de mejora para los CAP analizados, tienen relación en particular, con tres de los aspectos analizados: procesos, infraestructura y equipos y utensilios, como se detalla a continuación:

- **Puntos de mejora relativos a procesos**

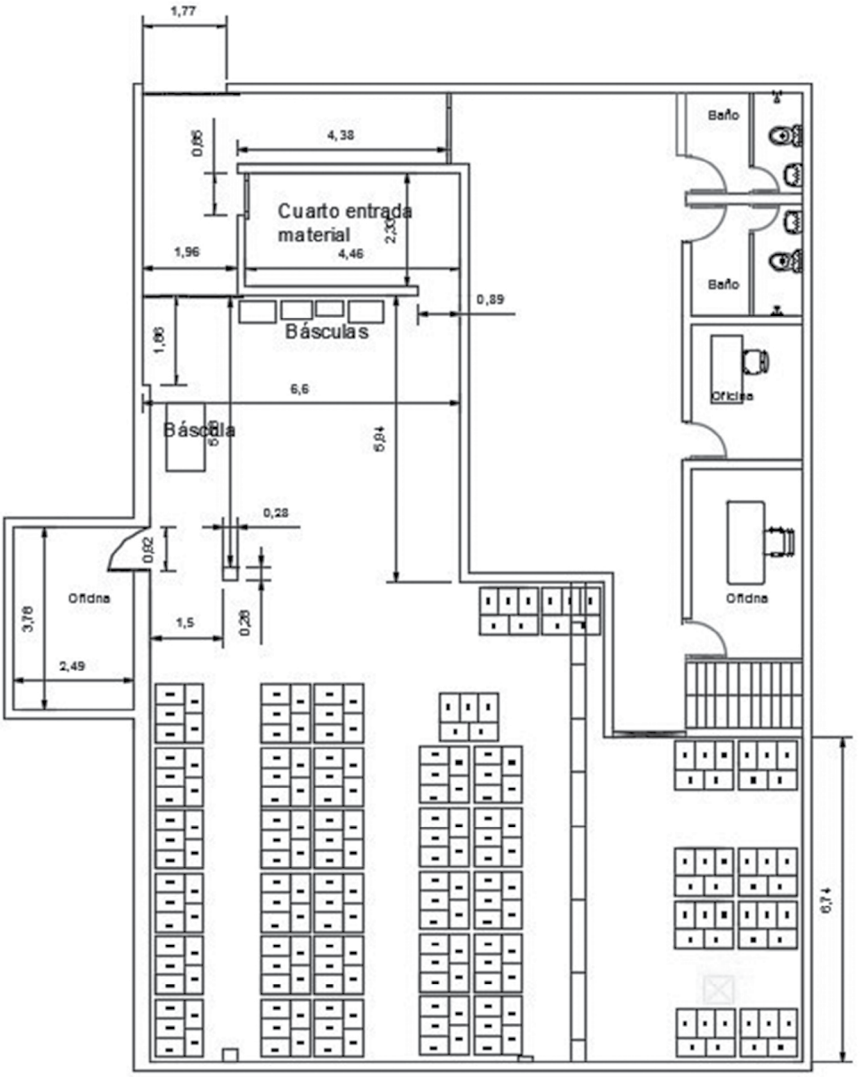
En lo relativo a los procesos, lo primero que se propuso fue el *diseño y transferencia de procedimientos estandarizados*. Para ello, se construyeron guías de procedimientos estandarizados para cada uno de los CAP analizados, en las que se detalló: diagrama de flujo, diagrama de operaciones, formatos para recopilar información relevante en el proceso y guías detalladas de cómo realizar las operaciones teniendo en cuenta las recomendaciones de normatividad y buenas prácticas.

Así mismo, se propuso la *unificación de la unidad de carga*. En ambos centros de acopio se decidió trabajar con estibas plásticas, teniendo en cuenta que las buenas prácticas de manufactura y la normativa de manejo de alimentos recomiendan la utilización de este producto para garantizar la separación del producto del piso, además facilita el movimiento de una mayor cantidad de producto en operación y despacho, situación que reduce la manipulación de mercancías y los esfuerzos físicos realizados por los operarios.

Otra medida adoptada fue la estimación de la capacidad de operación. Para estimar la capacidad de almacenamiento del CAP Asofrutos, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: i) utilización de estibas plásticas de 1 m x 1,2 m; ii) organización de cinco canastillas de 60 cm x 40 cm en el piso de la estiba y capacidad de apilamiento de seis canastillas llenas (1,5 m de altura, por seguridad del operario que realiza tareas de movimiento de carga); iii) ancho de pasillos mínimo de 1 metro, con el fin de garantizar el movimiento de estibas por el centro. Bajo esta disposición, se pueden ubicar 39 estibas que tienen una capacidad de almacenamiento de 1.170 canastillas. Si las canastillas están vacías, podría apilarse hasta 9 filas (ver Figura 7.7).

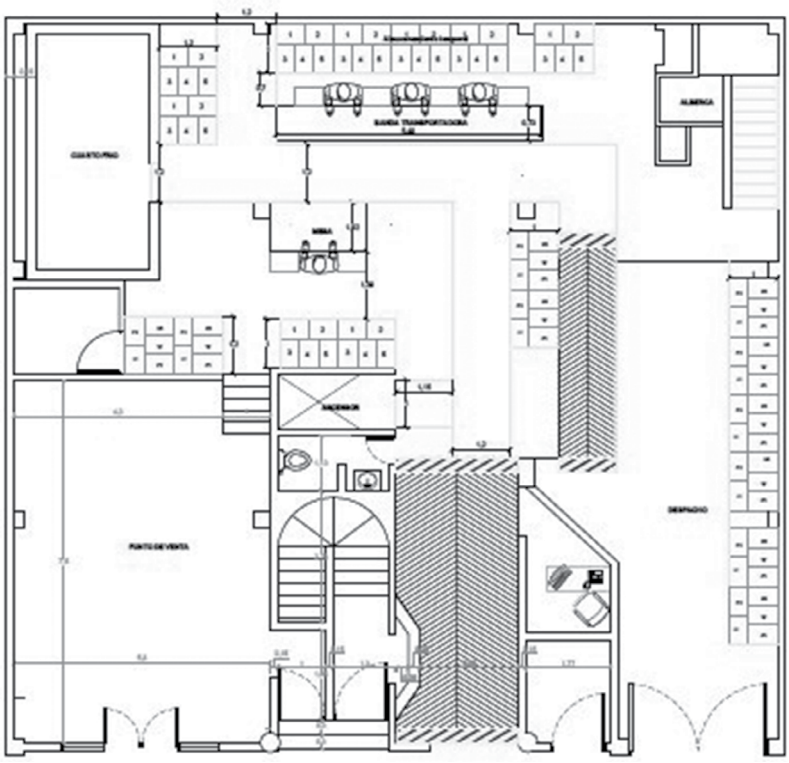
La capacidad del CAP CARC se definió teniendo en cuenta el espacio disponible para operación y almacenamiento, sin contar con el cuarto frío, puesto que ya se conoce su capacidad de almacenamiento y es constante independiente de las configuraciones de distribución externas que se definan. Se reservó un ancho de pasillos mínimo de 1.2 metros, con el fin de lograr el movimiento de estibas por el centro (Figura 7.8).

Figura 7.7. Plano actual – estimación de capacidad CAP: Asofrutos



Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Figura 7.8. Plano actual – estimación de capacidad CAP: CARC



Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

En la Tabla 7.2 se detalla el número de estibas que se pueden disponer por área de trabajo. Se separa el espacio detrás de la banda puesto que actualmente está siendo utilizado para estibas vacías.

Tabla 7.2. Número de estibas por área de trabajo

Área de trabajo	Número de estibas
Área de despacho	6
Área de adecuación. Adelante y a los lados de la banda transportadora	8
Área de adecuación. Detrás de la banda transportadora (canastillas vacías)	5
Total	**19**

Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Teniendo en cuenta que en el piso de la estiba (1m x 1,2m) se pueden organizar 5 canastillas con medidas de 60 cm x 40 cm y que se pueden apilar hasta 6 filas de canastillas (1,5 metros de altura, por seguridad del operario que realiza tareas de movimiento de carga) en total se tiene una capacidad de almacenamiento de 570 canastillas en el área disponible. Si se define una capacidad de almacenamiento por canastilla de 20 kg, en total se puede almacenar 11,4 toneladas, un valor superior a las 8 toneladas promedio que se reciben actualmente.

- **Mejoramiento de la distribución en planta**

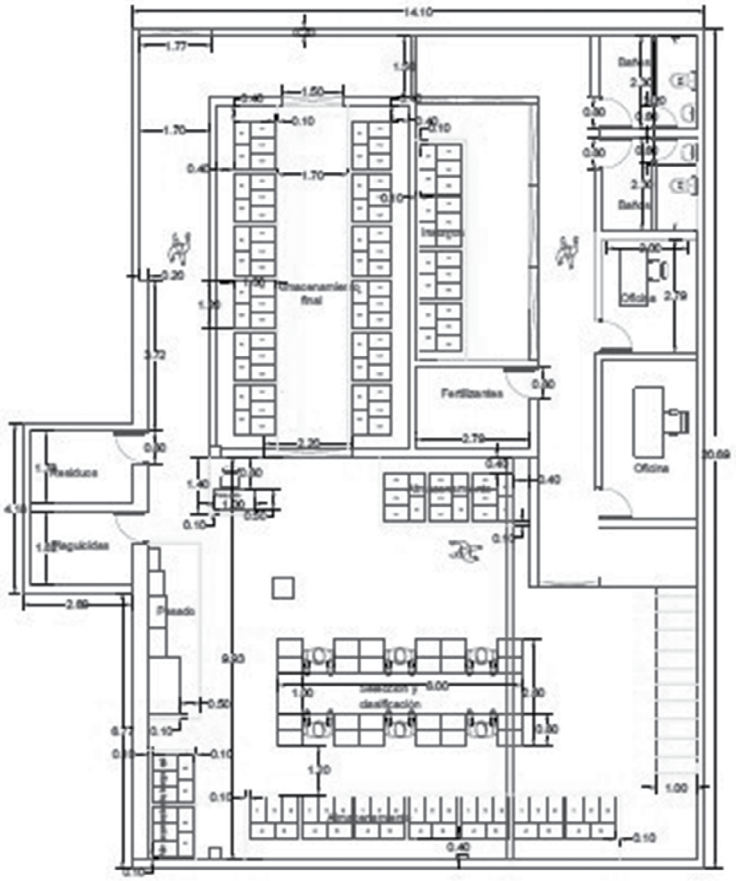
CAP Asofrutos. Teniendo en cuenta las operaciones que se definieron en la guía de procedimientos diseñada: recepción y pesaje, selección y clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y despacho, se propone la distribución física de la bodega que se presenta en la Figura 7.9.

La propuesta inicia con un intercambio de la entrada y salida de producto para facilitar el flujo y garantizar la inocuidad en el centro de acopio. Se propone un flujo en U que inicia en el área de recepción y pesaje en donde están dispuestas las cinco básculas disponibles, dos estibas para organización del producto y una estación de trabajo para hacer los registros de entrada y salida, su ubicación facilita el control del producto. Se propone un área de selección y clasificación con seis estaciones de trabajo. Si se tiene un tiempo estimado promedio de 15 minutos para seleccionar y clasificar el producto de una canastilla, en un día de ocho horas (con media hora de descanso) un operario puede atender 30 canastillas.

Según los registros de 2015 suministrados por Asofrutos en el mes de septiembre, se tuvo el pico más alto de entrada de producto (21.727 kg aproximadamente), si se supone un incremento del 30 % en la demanda, se requiere de almacenar 28.245 kg de fruta al mes (7.062 kg de fruta a la semana). Teniendo en cuenta que los días de mayor entrada de producto son los días lunes y jueves, se supone que cada uno de estos días se recibirá el 47.5 % del flujo total semanal. Bajo este escenario entraría al centro como máximo aproximadamente 3.355 kg de fruta al día (ya sea el lunes o el jueves). Si cada canastilla tiene una capacidad estimada de 20 kg se requiere atender

168 canastillas al día. Se definieron 6 estaciones de trabajo que pueden atender cómo máximo 180 canastillas al día.

Figura 7.9. Propuesta de distribución de la bodega de CAP: Asofrutos



Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

En esta área además se dispone del espacio para ubicar 10 estibas de canastillas (7 detrás de los operarios y 3 en la entrada al cuarto de temperatura controlada) para almacenar los productos diferentes al aguacate. Al revisar los datos históricos de entrada de los productos diferentes al aguacate, se encontró que el máximo registro total mensual fue de 10.555 kg de fruta (2.638 kg a la

semana). Si se mantienen las proporciones de llegada diaria (47,5 % los días lunes y jueves) y el porcentaje de crecimiento (30 %), en total entraría en los días de mayor demanda 1.630 kg de fruta. Esta demanda representa 82 canastillas que se pueden organizar en 3 estibas por día (organizando 30 canastillas por estiba), es decir que se tiene capacidad para albergar la cantidad requerida para 3 días. Se disponen dos áreas de almacenamiento independientes para que no se combinen los productos almacenados y así se garantice la calidad e inocuidad del producto, teniendo en cuenta los patrones de respiración y producción de etileno del plátano.

Finalmente, se configuró un área de almacenamiento de aguacate con condiciones controladas de temperatura y humedad relativa (temperatura 18°C). La capacidad de almacenamiento del área es de 12 estibas. El requerimiento de estibas teniendo en cuenta la demanda histórica, el crecimiento estimado del 30 % y las proporciones de llegada de producto el día lunes o jueves es de 3.224 Kg (162 canastillas = 6 estibas por día). Se estimó una capacidad para albergar el producto de dos días de alta demanda.

Con respecto a las áreas de apoyo, se propuso que la oficina de comercialización sea dividida en dos para ser utilizada para el almacenamiento de residuos (este punto es aislado del área productiva y conecta fácilmente con la salida del centro) y para almacenamiento de plaguicidas que se comercializan a los asociados. Además, en el área de oficinas se mantiene la disposición actual y se adicionan dos áreas: área de almacenamiento de fertilizantes para ubicar estantes con el producto de menor tamaño y un área de almacenamiento de insumos cerrada con una puerta plegable que permita tener control sobre el producto y facilite el movimiento de la carga.

CAP CARC. En el primer piso se propone mantener la distribución actual, utilizando todo el espacio para estibas con canastillas con producto (las canastillas vacías deben moverse del primer piso). Las áreas generales son: área de recepción, el área de almacenamiento (con unas demarcaciones definidas para los productos más representativos) y el área de despacho. Para lograr el movimiento de estibas en el centro se requiere la ampliación de la rampa del área de almacenamiento final (se presenta demarcada en la Figura 7.10).

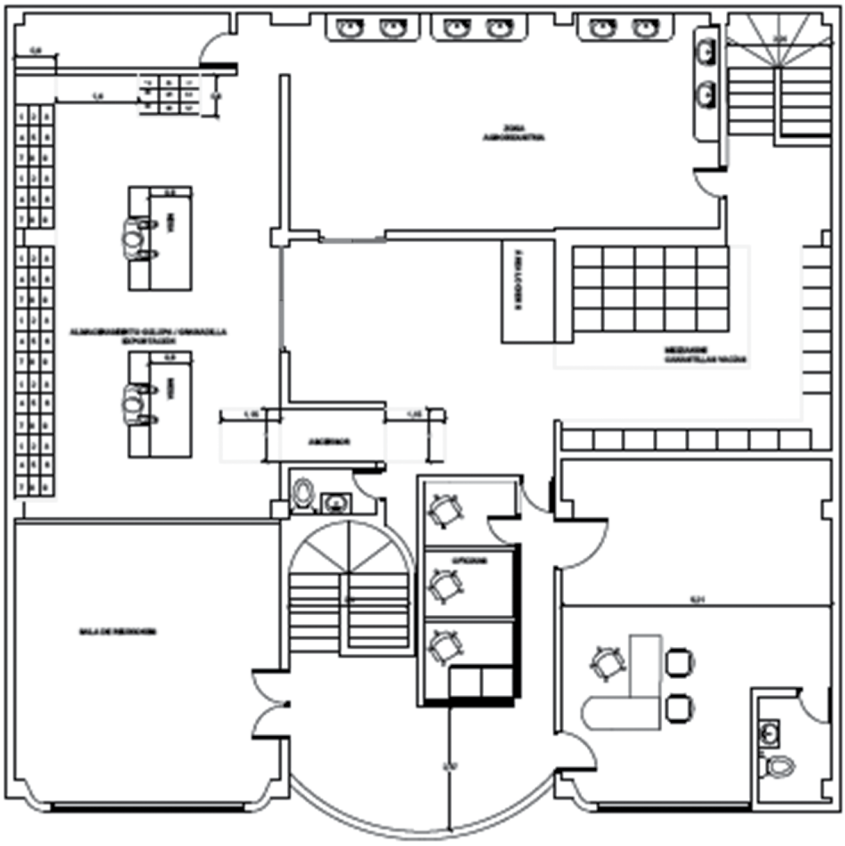
Derivado de las limitaciones de espacio, se propuso utilizar el espacio cúbico del centro para realizar tareas operativas. Para el manejo de gulupa y granadilla para exportación se recomienda utilizar parte del espacio de la sala de reuniones disponible en el segundo piso. Además, organizar siete estibas (de medida 0.8 m x 1,2 m debido a la restricción de entrada del cuarto frío) para almacenamiento temporal de cajas de 2 kg. En la base de la estiba se pueden organizar nueve cajas y se esperan apilar 10 líneas, en total se pueden almacenar 630 cajas. Para mover mercancía entre el primer y segundo piso se propuso implementar un ascensor de carga, utilizando el área disponible de uno de los baños. La unidad de carga de ese ascensor serán las estibas de 0,8 m x 1 m, debido al tamaño de la puerta del cuarto frío, el principal uso del ascensor es conectar el producto que será adecuado en el área de exportación con el cuarto frío. Además, se recomienda reorganizar el área administrativa para que las personas que acceden al segundo piso lo hagan por las escaleras delanteras y se tenga el espacio para hacer reubicación de *lockers*.

Además, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, se propuso la implementación de un mezzanine para disponer canastillas vacías y así aprovechar toda el área de almacenamiento del primer piso para canastillas con carga. En el segundo piso se cuenta con un área vacía de 3,94 m x 5 m. El mezzanine se usará para disponer 35 canastillas de 0,6 m x 0,4 m en la base y teniendo en cuenta que son canastillas vacías apilar en las paredes sin ventanas de a 9 canastillas y al lado de la ventana de a 3 canastillas por lo que se pueden almacenar 195 canastillas al mismo tiempo. Para reorganizar los *casilleros* se propone moverlos al área administrativa. En la Figura 7.10 se presenta el plano del segundo piso en donde se evidencian las propuestas mencionadas.

- **Puntos de mejora relativos a infraestructura**

Lo primero que se recomendó, en este sentido, fue realizar adecuaciones de obra civil en áreas operativas para garantizar la inocuidad del producto y facilitar la operación logística. Las obras propuestas para cada CAP se resumen como sigue:

Figura 7.10. Plano del segundo piso – CAP: CARC



Fuente: Informes Técnicos - Convenio 1032-2013

Asofrutos. Se propuso la realización de las siguientes adecuaciones físicas:

- Cambio de piso del área operativa por una resina epóxica industrial, requerida para manejo de alimentos.
- Construcción del cuarto de almacenamiento de aguacate con temperatura controlada, para el almacenamiento temporal de producto.
- Construcción del área cerrada para fertilizantes y adecuación de puerta plegable para el área de almacenamiento de insumos.

- Cambio de escaleras para mejorar el acceso al segundo piso y garantizar condiciones de inocuidad.
- Acondicionamiento de las áreas de entrada y salida de producto para atender los procesos de carga y descarga de alimentos.

CARC. Se propuso la realización de las siguientes adecuaciones físicas:

- Cambio de piso del área operativa por una resina epóxica industrial, requerido para manejo de alimentos.
- Ampliación de rampa de despacho: se debe ampliar la rampa actual a 1,2 m con el fin de garantizar el movimiento de las estibas.
- Construcción de mezzanine con reubicación del área de *lockers* en el área de despulpado de frutas.
- Construcción del ascensor de carga en uno de los baños disponibles con el fin de conectar primero y segundo piso y aprovechar el espacio cúbico.
- Adecuación del área de lavado de canastillas: piso, lavadero y escaleras para garantizar la inocuidad del producto.
- Reorganización interna de baños de primer y segundo piso teniendo en cuenta la construcción del ascensor de carga.
- Adecuación área administrativa: reorganización de oficinas e inclusión de puertas de áreas de manejo de gulupa y despulpado.
- Adecuación del área de reuniones: separación del área de manejo de gulupa y granadilla para exportación.
- Acondicionamiento de las áreas de entrada y salida de producto para atender los procesos de carga y descarga de alimentos.

- **Puntos de mejora relativos a equipos y utensilios**

Las acciones de mejora en este campo, se orientaron en esencia, a crear las condiciones para ampliar la rotación y uso de las canastillas disponibles en el centro de acopio, y así liberar y optimizar los espacios de almacenamiento disponible. Por ello, se recomendó dotar a los productores de canastillas cada

vez que hicieran entrega del producto para que se mantengan las mínimas cantidades de canastillas vacías en el centro de acopio, puesto que a pesar de que no existe información para cuantificar las ventajas económicas en cuanto a pérdidas de producto en cada tipo de empaque, las recomendaciones de la normativa y buenas prácticas agrícolas y logísticas evidencian las ventajas de usarlas para el transporte de frutas y verduras.

También hizo parte de las propuestas de mejora, la incorporación de equipos adecuados para el manejo y movimiento de productos y la dotación de utensilios que garanticen la inocuidad y conserven la calidad del producto en almacenamiento. Para ambos CAP se recomiendó la dotación de un gato hidráulico y un elevador hidráulico vertical de carga para movimiento de estibas y carretillas para movimiento de canastillas, Además de la adquisición de estibas plásticas y canastillas desarmables para reducir el espacio que ocupan estos elementos.

Consideraciones finales

El centro de acopio primario es un eslabón muy importante en la cadena hortofrutícola del Tolima puesto que cumple tareas logísticas relevantes tales como la consolidación de carga y la agregación de valor a través de actividades como preparación de los pedidos, teniendo en cuenta los requerimientos de los clientes y generación de nuevos productos agroindustriales. La metodología desarrollada a través del análisis de cinco factores: producto, proceso, infraestructura, localización, y equipos y utensilios, permitió caracterizar la operación logística actual de los CAP e identificar los elementos críticos de intervención, que afectan el desempeño operativo del centro.

En particular, los puntos de mejora identificados se relacionan con los procesos, la infraestructura y los equipos e utensilios. Con respecto a los procesos, los centros intervenidos requerían de la estandarización de la operación logística para la incorporación de buenas prácticas que les permitieran garantizar la calidad e inocuidad del producto. Además, definir una unidad logística que favoreciera la reducción de los movimientos, la separación del producto del piso y garantizara la seguridad de los operarios. Finalmente, conocer claramente la capacidad disponible del centro, para

por medio de una adecuada distribución en planta, minimizar los tiempos de desplazamientos, garantizar el flujo de producto y lograr hacer un uso adecuado del espacio disponible.

Teniendo en cuenta que en los centros de acopio se manejan alimentos, se evidenció la relevancia que tiene disponer de infraestructura y equipos y utensilios que garanticen la calidad e inocuidad en el manejo del producto. Además, para mejorar los tiempos de operación, llevar a cabo las tareas de carga y descarga y garantizar la seguridad de los operarios se requiere de equipos de manejo de materiales que faciliten el movimiento de mercancías, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio. Fue importante evaluar alternativas de adecuación de infraestructura y opciones que permitieran el uso adecuado de los utensilios, como por ejemplo las canastillas, para aprovechar el espacio cúbico disponible.

Referencias

Berruto, R., & Busato, P. (2009). Logistics and Postharvest Handling of Locally Grown Produce. Chp. 11 In J. Wojciech, W. Florkowski, B. Brueckner, S. Prussia (Eds.) *Postharvest Handling,* 283-331 (2nd Edition). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374112-7.X0001-7.

Özşahin, M., Zehir, C., Demirtaş, N., & Tuzkaya, U. R. (2012). Strategic Planning of Layout of the Distribution Center: An Approach for Fruits and Vegetables Hall. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 58,* 159-168. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.989.

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2013). *Resolución 2674 de 2013*., Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Recuperado de https://www.invima.gov.co.

Shewfelt, R., Prussia, S. (1993). Challenges in Handling Fresh Fruits and Vegetables. Chp. 22 In J. Wojciech, W. Florkowski, B. Brueckner, S. Prussia (Eds.) *Postharvest Handling,* 583-588 (2nd Edition). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374112-7.X0001-7

Tanner, D. (2016). Food Quality, Storage, and Transport. Reference Module in Food Science. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03336-9.

Walsh, K. B. (2009). Postharvest Regulation and Quality Standards on Fresh Produce. Chp. 9 In J. Wojciech, W. Florkowski, B. Brueckner, S. Prussia (Eds.) *Postharvest Handling,* 205-246 (2nd Edition). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374112-7.X0001-7

8. Integración de las TIC para la gestión de unidades agrícolas

Helga Patricia Bermeo-Andrade, Dora Luz González-Bañalez

En la actual sociedad del conocimiento, la gestión empresarial a nivel global está cada vez más dominada por el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para lograr avanzar en las actividades comerciales y encadenarse con los demás actores que se vinculan a las cadenas de suministro, que, de manera directa o indirecta, con proximidad geográfica o no, se encargan de la provisión de bienes y servicios (Imran, Quimno & Hussain, 2016). Las TIC han pasado a ser necesarias, e incluso indispensables, para el sector productivo debido a las crecientes exigencias para alcanzar la competitividad en mercados globalizados y por el incremento acelerado de las transacciones electrónicas de recursos e información gracias a una floreciente oferta tecnológica y al intensivo fomento de la era digital (Nagel, 2012a). En el caso del sector agrícola, la modernización de la producción a través de la integración de las TIC y el uso de la Internet es una clara respuesta a la presión que este sector enfrenta de lograr mayor productividad y ecoficiencia, ante la necesidad global de producir más alimentos para una población creciente (Kaloxylos, Eigenmann, Teye, Politopoulou, Wolfert, Shrank y Kormentzas, 2012).

En el caso de los países de América Latina, en donde prevalece una gran tradición agrícola, la integración de la TIC, con el fin de dar accesibilidad y conectividad a la población, se ha presentado en buena parte por iniciativas gubernamentales, que vienen incorporado estas metas de alfabetización y conexión digital entre sus planes de gobierno. En estos países, como en otros en desarrollo, se destacan los notables avances en la integración de las tecnologías móviles (tasas de crecimiento cercanas al 300 % desde el año 2005), no solo como medio de comunicación, sino también como medio para acelerar la difusión de servicios móviles vinculados a sectores como salud, gobierno, educación, negocios y medio ambiente (Imran et *al.,* 2016).

Por otro lado, se destaca la presencia creciente en las unidades productivas agrícolas la incorporación de sistemas sofisticados de administración de la información, como por ejemplo la agricultura de precisión, que apoyada en las TIC provee nuevas y eficientes formas de trabajo y, deja incluso, obsoletas algunas de las herramientas de software tradicional enfocadas a la gestión agrícola (Kaloxylos *et al.*, 2012).

En el caso de Colombia, el uso e integración de las TIC a la actividad productiva del campo es una meta que ha estado en las políticas de los recientes gobiernos y que se ha visto especialmente materializada a través del Plan Vive Digital (PVD), con el que se busca interconectar las zonas rurales, formar ciudadanos digitales y masificar el uso de la web (MINTIC, 2017). Los resultados hasta ahora, si bien son esperanzadores, la brecha tecnológica en las zonas rurales sigue presente y es motivada por tres razones en particular: el bajo nivel de escolaridad de los productores agrícolas, el limitado nivel de conectividad a la Internet y la limitación de recursos económicos para adquirir los dispositivos requeridos para la comunicación, más allá de los teléfonos móviles (Nagel, 2012b).

Entre los avances en dicha materia, con el PVD, vale la pena destacar los citados por el encargado del Ministerio de las TIC de Colombia (MINTIC), David Luna, en reciente entrevista publicada por el sitio web del diario El Universal (2017):

> Hemos conectado un país. Llegamos a 15,1 millones de conexiones a Internet y 12,6 millones a Internet móvil por demanda, sumando 27,7 millones de conexiones; instalamos 6.885 quioscos Vive Digital en zonas rurales; ya encendimos 155 de 1.000 zonas wifi gratis, y conectamos 15 municipios de 47 a la red de alta velocidad.

El Tolima ha sido una de las regiones que se ha visto beneficiada con la iniciativa PVD en casi los 47 municipios que la conforman, entre ellos, los municipios que fueron priorizados para intervención con el Convenio 1032-2013 Logística para la integración de valor en el Sector hortofrutícola del Tolima. Por ello, fue interés del equipo técnico del Convenio 1032-2013 aprovechar las

condiciones de conectividad y comunicación digital que se estaban generando en las zonas de intervención del proyecto, para promover apoyados de las TIC, el fortalecimiento de la capacidad de gestión de los encargados de las unidades productivas beneficiarias y vinculadas al sector hortofrutícola. Para tal fin, en el marco del proyecto se programaron y desarrollaron durante el periodo 2015-2017, cuatro actividades centrales:

- Diagnóstico del nivel de manejo y uso de las TIC en la población objeto de intervención en las cinco zonas priorizadas.
- Diseño del modelo de intervención y la estructura de contenidos de la plataforma informática, según las áreas de conocimiento que atienden las necesidades identificadas.
- Análisis de usabilidad de la plataforma informática: sitio web *Logihfrutic*.
- Transferencia de la plataforma informática a los usuarios, y medición del impacto inicial generado en los beneficiarios intervenidos.

Diagnóstico de la situación de base

La consulta realizada a 872 productores agrícolas, localizados en las cinco zonas de intervención priorizadas en el Convenio 1032-2013, evidenció un muy bajo nivel de integración de las TIC en la gestión de fincas, aunque en los municipios de las zonas consultadas disponen en buena medida, de señal que facilita el acceso a la Internet y de instalaciones para la conexión al servicio de energía eléctrica. En la Tabla 8.1 se resume el grado de uso de medios de comunicación como teléfonos y computadores, en ella se evidencia el amplio uso que ya tienen durante una semana normal de trabajo los teléfonos móviles (de los cuales en una tasa de 1 a 5 correspondían a teléfonos inteligentes).

En lo referente al uso de Internet y el acceso a computadores es una tarea aún pendiente en las regiones consultadas, aunque en la gran mayoría de los municipios visitados se identificó la operación de PVD que son sitios habilitados por el gobierno nacional que le permite a cualquier ciudadano acceder de manera gratuita a un computador y con él, al servicio de Internet para comunicación a través de la web.

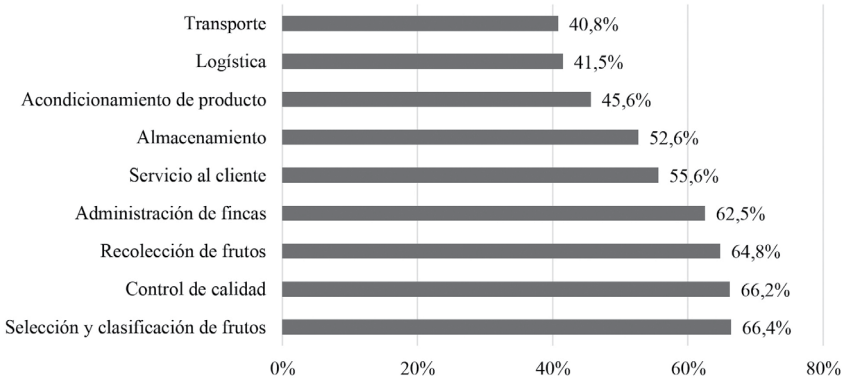
Tabla 8.1. Tipo y frecuencia de uso de medios de comunicación por parte de los encargados de las unidades productivas consultadas en el Tolima (n=872)

Medio de comunicación	No. Usuarios	Frecuencia de uso			
		Diario	Semanal	Quincenal	Mensual
Teléfono fijo	42	3	25	1	13
Teléfono móvil	750	305	429	11	5
Internet	5	1	2	1	1

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

De igual forma, en la Figura 8.1 se resumen los requerimientos de capacitación que fueron presentados por los encargados de las unidades agrícolas consultados. Como puede verse, la capación en cuestiones de gestión de unidades productivas fue uno de los cuatro temas más requeridos (62,5 %), junto con técnicas de recolección (64,8 %), herramientas para control de calidad (66,2 %) y métodos para selección/clasificación de frutos (66,4 %).

Figura 8.1. Áreas de capacitación demandadas por los productores



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Diseño de una solución basada en las TIC

La comunidad científica ha prestado interés en desarrollar estudios que faciliten y provean elementos conceptuales y metodológicos apoyados en las TIC y la Internet para el diseño de sistemas de información al servicio del sector agropecuario. Son sistemas que han evolucionado desde simples medios de registro y almacenamiento de información, a sistemas complejos que soportan la toma de decisiones en las labores de finca (Fountas, Carli, Sorensen, Tsiropoulos, Cavalaris, Vatsanidou y Tisserye, 2015). Es así como en la literatura se reportan modelos conceptuales para sistemas de información especializados para fincas ganaderas (Magne, Cerf & Ingrand, 2010), y para fincas de producción agrícola en general (Sorensen, Fountas, Nash, Pesonen, Bochtis, Pedersen y Blackmore, 2010; Rose, Sutherland, Parker, Lobley, Winter, Morris, y Dicks, 2016). Todos estos surgen en clara respuesta al aprovechamiento de las nuevas tecnologías que están emergiendo a nivel mundial como la inteligencia artificial, el reconocimiento de imágenes, la toma de datos en tiempo real a través de sensores o dispositivos de vuelo controlado por drones, el almacenamiento digital en la nube, la comunicación móvil y en tiempo real, entre otras (Kitchen, 2008).

En el contexto colombiano, en lo referente a la integración de las TIC al sector agropecuario, ha predominado la presencia de sistemas de información operando en plataformas web para distintos fines. Desde los de origen público orientados al registro e información de precios como el sistema de información de precios SIPSA (DANE, 2018), o dedicados a ofrecer estadísticas de producción y ventas en el sector, como es el caso de la plataforma de estadísticas AGRONET (MADR, 2018), o enfocados en proveer información para los productores interesados en incursionar en mercados internacionales como la Ruta Exportadora (Procolombia, 2018) hasta los especializados en informar y difundir información sobre proyectos y resultados derivados de la ciencia, la tecnología y la innovación en temas climáticos al servicio del sector agropecuario como es el caso del sistema MAPA (Corpoica, 2018).

También están los portales en línea, de origen privado o mixto, que se especializan en suministrar información de un sector productivo en particular, como lo es para el sector hortofrutícola el sistema de información provisto por

el portal de Asohofrucol (Asohofrucol, 2018), que se especializan en facilitar apoyo a planificar y tecnificar las fincas como el caso de Kanpo (Kanpo, 2018) o Agroptima® (Agroptima, 2018) y los dedicados al intercambio comercial entre oferentes y demandantes de productos agrícolas como es el caso de Compro Agro (Comproagro, 2018).

En respuesta a las necesidades identificadas en los productores beneficiarios del Convenio 1032-2013 y considerando las ofertas de sistemas de información disponibles en línea para los agricultores, el equipo técnico avanzó en el desarrollo de la Plataforma *Logihfrutic*[14], que se diseñó y validó, a partir de las siguientes etapas: Determinación del objetivo y alcance, Análisis de usuarios, Criterios de Calidad, Diseño de contenidos y Análisis de usabilidad del prototipo.

Determinación del objetivo y alcance.
El objetivo definido para *Logihfrutic* fue permitir el entrenamiento y la consulta de información relevante por los actores de la Cadena Hortofrutícola del Tolima a partir del desarrollo de cinco módulos a saber: 1) gestión productiva de fincas; 2) logística y comercio (precios, mercado, transporte, manejo de carga); 3) buenas prácticas (agrícolas, de manufactura, logísticas y de comercio); 4) normativa técnica (generales, específicas y autodiagnóstico); 5) información del Convenio. Así mismo, permitir el uso y consulta con y sin acceso a Internet, en diferentes tipos de dispositivos (teléfonos móviles, tabletas y computadores de escritorio).

Bajo el enfoque anterior, se concibió la página web *Logihfrutic* como un espacio para la publicación de contenidos con énfasis en temas agrícolas, logísticos y de mercado de frutas y verduras, bajo diferentes formatos como texto, imágenes, videos, y módulos de participación ciudadana como encuestas, foros, blogs, wikis y redes sociales. Entre las funcionalidades previstas para la plataforma, estuvieron:

- Proveer información relevante sobre temas hortofrutícolas en la región
- Facilitar la gestión de diferentes aspectos propios de la administración de fincas
- Permitir el acceso a documentos de normatividad

[14] La marca *Logihfrutic* se encuentra en proceso de registro oficial.

- Proveer información actualizada sobre precios en el mercado nacional de productos frescos
- Proveer información sobre las dinámicas de importación y exportación de los productos hortofrutícolas priorizados
- Disponer de diferentes documentos y videos de las buenas prácticas agrícolas, de manufactura y logística, aplicables a los productos hortofrutícolas
- Proveer información sobre las rutas de distribución de productos, desde y hacia el Tolima por vía terrestre (nivel nacional), aérea y marítima (nivel internacional)
- Proveer información relacionada con la ejecución y operación del Convenio 1032-2013

Análisis de usuarios.
Los usuarios de la plataforma *Logihfrutic* fueron las entidades ejecutoras, entidades operadoras, entidad desarrolladora, facilitadores y beneficiarios —*stakeholders*—. Como puede verse en la Tabla 8.2, la preocupación de los potenciales usuarios de la plataforma no solo se orienta al cumplimiento de las metas previstas en términos de ejecución de recursos y dedicación de tiempos, sino además que ésta cumpla con las necesidades manifiestas de los usuarios finales.

El perfil y descripción de cada uno de los usuarios identificados se resumen en la Tabla 8-2. Como puede verse, un punto clave en el desarrollo de la nueva la plataforma, no solo radica en que se cumpla con el propósito previsto de los recursos financieros y de tiempo, sino además en que cumpla con las necesidades manifiestas de los usuarios finales de *Logiftutic* (*Quote Requirements*) (Gothelf y Seiden, 2013).

Criterios de calidad para el diseño.
Para el diseño *Logihfrutic* en su etapa piloto, se establecieron cuatro criterios de calidad (Clements, Garlan, Little, Nord, & Stafford, 2003): *disponibilidad, desempeño, modificabilidad y seguridad*. Estos se detallan en sus elementos de valoración en la Tabla 8.3.

Tabla 8.2. Requerimientos de los usuarios de *Logihfrutic* - Stakeholders

Actores	Descripción	Preocupación (*Quote Requirements*)
Entidades ejecutoras: Gobernación del Tolima y DNP	Entidades encargadas de ejecutar y financiar el Convenio 1032-2013	Que se cumplan las metas previstas en el Convenio y que estas contribuyan con el plan de gobierno departamental
Entidades operadoras: Tres universidades de la Región	Entidades encargadas de operar el Convenio 1032-2013, en todos sus aspectos técnicos y administrativos	Que la plataforma permita alcanzar los objetivos propuestos a los beneficiarios del Convenio y que esta se desarrolle en el marco de la estrategia diseñada, en los tiempos y calidad establecidos contractualmente
Entidad desarrolladora: Proveedor tecnológico en TIC localizado en la Región	Entidad encargada de la conceptualización, diseño y validación de la plataforma	Que se logre el desarrollo de un sistema de información fácil de diseñar, probar y validar en ejecución, dentro del presupuesto y cronograma establecidos contractualmente
Facilitadores no vinculados a C&T: Alcaldías de los municipios priorizados, asociaciones de productores de las zonas priorizadas	Entidades facilitadoras del proceso de diagnóstico de la condición inicial y de la transferencia a los actores del sector	Que las acciones desarrolladas con la transferencia del sistema, estén integradas con las acciones de intervención local previstas en sus planes de trabajo y que sean transferibles a otros subsectores productivos
Facilitadores vinculados a C&T como universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico de la Región	Entidades facilitadoras del proceso de diagnóstico de la condición inicial y de la transferencia a los actores del sector	Que las acciones de mejora que se hacen a nivel municipal estén integradas con las acciones del gobierno departamental
Beneficiarios: Productores agrícolas	Actores vinculados a la producción y venta de productos hortofrutícolas en el Tolima	Que la solución que se le transfiera le resulte útil para gestionar su unidad productiva y mejorar sus habilidades para la toma de decisiones

Fuente: Adaptado de la documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla 8.3. Criterios de calidad establecidos para el desarrollo de *Logihfrutic*

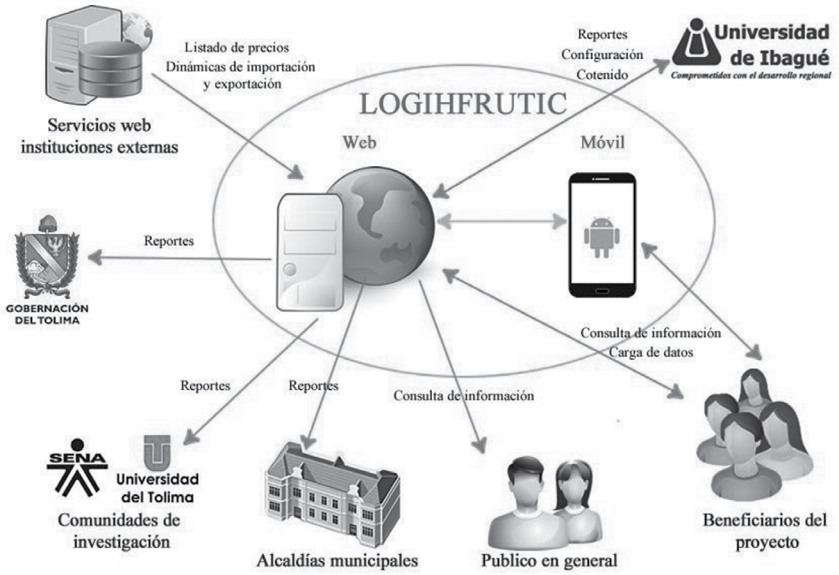
Criterio	Aspecto	Valoración
Disponibilidad	Calidad esperada	El sistema debe estar disponible 95 % del año
	Fuente	Sistemas externos y usuarios
	Estímulo	El sistema no responde (Crash)
	Entorno	Sistema normal
	Respuesta	Se registra el fallo
	Medida de respuesta	Sigue funcionando
Desempeño	Calidad esperada	Capacidad para cincuenta a cien usuarios de manera concurrente con tiempos de respuesta no mayor a cinco segundos
	Fuente	Usuarios
	Estímulo	Respuesta a peticiones de los usuarios
	Entorno	Operación normal
	Respuesta	Con alta demanda, tiempos de respuesta no aumentan considerablemente
	Medida de respuesta	Se pueden recibir hasta cien accesos concurrentes
Modificabilidad	Calidad esperada	Sistema de consulta iniciales y escalables
	Fuente	Administrador del sistema
	Estímulo	Cambios en las reglas del negocio
	Entorno	En ejecución
	Respuesta	Opción de cambio de los criterios de consulta
	Medida de respuesta	La modificación de los parámetros de consulta no genera esfuerzo adicional considerable
Seguridad	Calidad esperada	Identificación de los usuarios con inicio de sesión
	Fuente	Usuario no autorizado
	Estímulo	Intenta acceder a servicios diferentes al de inicio de sesión
	Entorno	En línea
	Respuesta	Autenticar usuarios
	Medida de respuesta	Probabilidad de identificar quién hizo el ataque

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Arquitectura de operación.

En la Figura 8.2 se representa la arquitectura de operación diseñada para *Logihfrutic*, en la que se tuvo en cuenta el entorno de los usuarios, las formas de comunicación con los usuarios y los sistemas TIC requeridos tanto internos como externos.

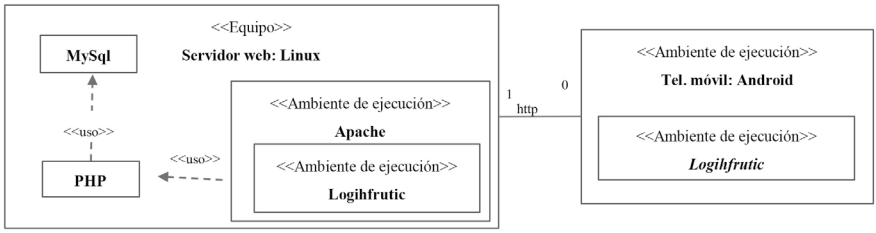
Figura 8.2. Arquitectura de base para *Logihfrutic*



Fuente: Documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

En la Figura 8.3 se resume la estructura de hardware para su operación y en la Tabla 8.4 se resumen los potenciales usos que se prevén para *Logihfutic*.

Figura 8.3. Componentes de hardware para *Logihfrutic*



Fuente: Documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla 8.4. Análisis de uso potencial de la plataforma *Logihfrutic*

Uso	Beneficiarios Individuo - Grupos	Operadores académicos	Ejecutores y aliados
Gestionar unidad productiva	X		
Consultar normatividad técnica	X		
Consultar condiciones de mercado	X		
Consultar buenas prácticas agrícolas	X		
Consultar buenas prácticas de manufactura	X		
Generar reportes	X	X	X
Consultar buenas prácticas de logística	X		
Consultar información de plagas y enfermedades	X		
Calcular rutas de distribución comercial	X		
Consultar información del convenio	X		
Administrar contenido		X	

Fuente: Documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Diseño de contenidos.

El conjunto de contenidos previsto para el primer prototipo de *Logihfrutic* se definió alrededor de los siguientes menús centrales:

- *Gestor de unidades productivas*. Módulo que permitirá identificar cada lote que conforma la finca, así como realizar cálculos agregados de costos, producción, inventarios y ventas, por diferentes periodos de tiempo.
- *Logística y comercio*. Módulo que permitirá la consulta actualizada del listado de precios. de los productos hortofrutícolas, dinámicas de importación y exportación, programación de rutas y planificación de carga.
- *Buenas prácticas*. Módulo que proveerá información sobre las buenas prácticas agrícolas, de manufactura y logística aplicables a la poscosecha de productos hortofrutícolas. También incorporará medios de autodiagnóstico según las normas vigentes.

- *Normatividad vinculante*. Módulo que facilitará la consulta de la normatividad técnica aplicable a los productos hortofrutícolas, para manejo poscosecha como para exportación.
- *Información del Convenio*. Módulo con información técnica y de carácter administrativa vinculada a la ejecución del Convenio 1032-2013 y a las entidades vinculantes: ejecutor, financiador, operadores, beneficiarios.

Análisis de usabilidad

Una de las etapas clave en el desarrollo de una plataforma informática pretendida para interactuar con personas —desarrollos centrados en el usuario—, es realizar la evaluación de si esta es amigable y fácil de usar para el usuario objetivo (McCracken, 2004). En este sentido, el equipo desarrollador cuenta con dos posibilidades, no excluyentes entre sí: recurrir a la opinión de un experto o recurrir al análisis de usabilidad de los usuarios. Para analizar el diseño realizado en *Logihfrutic* se recurrió a la opinión de un experto, quien actuó con base en la metodología propuesta por Suárez (2011) a partir de las heurísticas propuestas por Jakob Nilsen (Nielsen, 1995), para evaluar la usabilidad de un sitio web.

La usabilidad es, de acuerdo con las Normas ISO 25000 (2018), la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a la vez, en las siguientes subcaracterísticas:

- *Capacidad para reconocer su adecuación*. Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- *Capacidad de aprendizaje*. Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
- *Capacidad para ser usado*. Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- *Protección contra errores de usuario*. Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- *Estética de la interfaz de usuario*. Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.

- *Accesibilidad*. Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

De esta manera, la interfaz de *Logihfrutic* se evaluó con base en la escala de ponderación indicada en la Tabla 8.5 y las diez heurísticas propuestas por Nielsen (1995) y abordadas desde la propuesta metodológica de Suárez (2011):

- *Aspectos generales*: Elementos relacionados con los objetivos del sitio, el *look & feel*, coherencia y nivel de actualización de contenidos.
- *Identidad e información*: Elementos relacionados con la identidad del sitio, la información proporcionada sobre el proveedor y la autoría de los contenidos.
- *Estructura y navegación*: Elementos relacionados con la idoneidad de la arquitectura de la información y la navegación del sitio.
- *Rotulado*: Elementos relacionados con la significación, corrección y familiaridad del rotulado de los contenidos.
- *Distribución física de la página*: Elementos relacionados con la distribución y el aspecto de los elementos de navegación e información en la interfaz.
- *Entendibilidad y facilidad en la interacción*: Elementos relacionados con la adecuación y calidad de los contenidos textuales, íconos y controles de la interfaz.
- *Control y retroalimentación*: Elementos relacionados con libertad del usuario en la navegación y la información proporcionada al mismo en la interacción con el sitio.
- *Elementos multimedia*: Elementos relacionados con el grado de adecuación de los contenidos multimedia al sitio web.
- *Búsqueda*: Elementos relacionados con el buscador implementado en el sitio web.
- *Ayuda*: Elementos relacionados con la ayuda ofrecida al usuario durante la navegación por el sitio.

Tabla 8.5. Escala de valoración utilizada para cada heurística

Valor[1]	Observaciones
1	Se da la mínima expresión de la heurística en las páginas evaluadas
2	Se da una expresión baja de la heurística en las páginas evaluadas
3	Se da una expresión media de la heurística en las páginas evaluadas
4	Se da una expresión alta de la heurística en las páginas evaluadas
5	Se da la máxima expresión de la heurística en las páginas evaluadas

Fuente: (Suárez, 2011)

En la Tabla 8.6 se presentan los resultados desagregados y agregados del análisis de usabilidad realizado a la plataforma *Logihfrutic*, para las heurísticas consideradas.

Tabla 8.6. Resultados de la evaluación de la interfaz de diseño de *Logihfrutic*

Heurística: Aspectos generales	Ptos
¿Cuáles son los objetivos del sitio web? ¿Son concretos y bien definidos?	5
¿Los contenidos y servicios que ofrece se corresponden con esos objetivos?	5
¿Muestra de forma precisa y completa qué contenidos o servicios ofrece el sitio web?	5
¿La estructura general del sitio web está orientada al usuario?	4
¿La apariencia se corresponde con los objetivos, características y contenidos del sitio web?	5
¿Es coherente el diseño general del sitio web?	5
¿Es reconocible el diseño general del sitio web?	5
¿El sitio web se actualiza periódicamente? ¿Indica cuándo se actualiza?	3
Promedio	4,6

Heurística: Identidad e información	Ptos
¿Se muestra claramente la identidad de la empresa-sitio a través de todas las páginas?	5
El logotipo, ¿es significativo, identificable y suficientemente visible?	5
¿Se ofrece algún enlace con información sobre la empresa, sitio web, *webmaster*?	5
¿Se proporciona mecanismos para ponerse en contacto con la empresa?	5
¿Se proporciona información sobre protección de datos y derechos de autor en el sitio web?	5
En los artículos ¿se muestra información sobre el autor, fuentes, fechas de creación y revisión?	4
Promedio	4,8

Continuación Tabla 8.6

Heurística: Estructura y navegación	Ptos
¿Se reconoce una adecuada estructura de organización y navegación?	5
En el caso de estructura jerárquica, ¿se mantiene un equilibrio entre profundidad y anchura?	5
En el caso de ser puramente hipertextual, ¿están todos los nodos comunicados?	4
¿Los enlaces son fácilmente reconocibles como tales? ¿Se indica el estado de activación?	5
En menús de navegación, ¿se controla el número de elementos para evitar sobre-carga memorística?	5
¿Se controla que no haya enlaces *rotos*?	5
¿Se controla que no haya redundancia de enlaces?	4
¿En las imágenes de enlace se incluye un atributo de descripción?	3
¿Se han incluido elementos de navegación que orientan al usuario de dónde está?	5
¿Se ha incluido un mapa del sitio para acceder a los contenidos sin navegar?	5
Promedio	4,6

Heurística: Rotulado	Ptos
¿Los rótulos son significativos con respecto a su contenido?	5
¿El sistema de rotulado es controlado y preciso?	5
¿El título de las páginas, es correcto y planificado?	5
¿La URL de la página principal es correcta, clara y fácil de recordar?	4
¿Las URL de las páginas internas son claras?	4
Promedio	4,6

Heurística: Distribución física	Ptos
¿Se aprovechan las zonas de alta jerarquía de la página para contenidos relevantes?	5
¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?	4
¿Es una interfaz limpia, sin ruido visual?	5
¿Existen zonas en *blanco* entre los objetos informativos para descansar la vista?	4
¿Se hace un uso correcto del espacio visual de la página?	5
¿Se utiliza la jerarquía visual para expresar las relaciones entre los elementos de la página?	5
¿Se ha controlado la longitud de página?	3
¿El texto de la página se lee sin dificultad?	3
¿Se ha evitado el texto parpadeante/deslizante?	4
Promedio	4,2

Continuación Tabla 8.6

Heurística: Entendibilidad y facilidad en la interacción	Ptos
¿Se emplea un lenguaje claro y conciso?	4
¿El lenguaje es amigable, familiar y cercano?	4
¿Cada párrafo expresa una idea?	4
¿Hay uso consistente de los controles de la interfaz?	4
¿Las metáforas (*p. ej.* íconos) son visibles, reconocibles y comprensibles?	5
¿Se usan menús desplegables, en orden coherente o alfabético?	4
¿El usuario cuenta con opciones de rellenado de campo, a partir de opciones disponibles?	4
Promedio	4,1

Heurística: Control y retroalimentacción	Ptos
¿Tiene el usuario todo el control sobre el interfaz?	4
¿Se informa constantemente al usuario acerca de aquello está pasando?	5
¿Se informa al usuario de aquello que ha pasado?	5
Cuando se produce un error, ¿se informa al usuario de lo ocurrido y cómo solucionarlo?	4
¿Se controla el tiempo de respuesta?	4
Promedio	4,4

Heurística: Elementos multimedia	Ptos
¿Las fotografías están bien recortadas?, ¿son comprensibles?, ¿se ha cuidado su resolución?	5
¿Las metáforas visuales (Ej. Iconos) son reconocibles y comprensibles por los usuarios?	5
¿El uso de imágenes o animaciones proporciona algún tipo de valor añadido?	5
¿Se ha evitado el uso de animaciones cíclicas?	4
¿El uso de sonido proporciona algún tipo de valor añadido?	5
Promedio	4,8

Heurística: Búsqueda	Ptos
¿Son fácilmente accesibles las opciones de búsqueda?	4
¿Son fácilmente reconocibles las opciones de búsqueda?	4
¿Se muestra los resultados de la búsqueda de forma comprensible para el usuario?	4
¿Las cajas de texto para la consulta, son lo suficientemente anchas?	4
¿El sistema de búsqueda es simple y claro?	5
Promedio	4,2

Continuación Tabla 8.6

Heurística: Ayuda	Ptos
¿El enlace a la sección de Ayuda está colocado en una zona visible y estándar?	4
¿Se ofrece fácil acceso y retorno al/del sistema de ayuda?	3
¿Se ofrece ayuda contextual en tareas complejas?	3
¿Es correcta la selección y redacción de las preguntas frecuentes?	4
Promedio	3,5

Fuente: Adaptado de la documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Tabla 8.7. Resumen del análisis de usabilidad de *Logihfrutic*

Heurísticas evaluadas	Prom.	Observaciones indicadas al desarrollador tecnológico para la mejora del portal
Aspectos generales	4,6	Realizar el registro de nuevos contenidos que sean de interés para el público objetivo, para ganar posicionamiento
Identidad e información	4,8	Reforzar con colores y textos emergentes la vinculación de contenidos
Estructura y navegación	4,6	Evitar contenidos extremadamente largos sin que exista una tabla de contenido
Rotulado	4,6	Explorar posibilidades para reducir el texto en los enlaces de conexión con páginas interiores
Distribución física	4,2	Valorar la posibilidad de cambio del estilo y tamaño de la letra, así como aprovechar el color en los íconos para asociar estos con los contenidos
Entendibilidad e interacción	4,1	Incorporar más elementos con opciones de rellenado de campo para evitar la digitación de información
Control y retroalimentación	4,4	Ampliar mediante las redes sociales, la interacción de los usuarios entre sí, y de estos con otros sectores
Elementos multimedia	4,6	Incorporar elementos de video y audio que ayuden al usuario a familiarizarse con la herramienta
Búsqueda	4,2	Aumentar el tamaño de la letra para hacerla más legible al usuario
Ayuda	3,5	Hacer más visible y accesible las opciones de ayuda en la página principal y secundarias

Fuente: Este estudio con base en la documentación de *Logihfrutic*, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Como se deriva de la anterior Tabla 8.7, la valoración conjunta de la calificación promedio obtenida en cada una de las diez heurísticas evaluadas, sugiere que la plataforma *Logihfrutic* cuente con buena parte de los elementos recomendados para asegurar su usabilidad y aceptación de los usuarios, considerando las valoraciones del experto que en general superan los cuatro de cinco puntos máximos posibles, y que los aspectos de mejora se relacionan especialmente con evitar la inclusión de artículos con gran contenido, que dificulten su lectura o navegación por parte de los usuarios.

Evaluación del proceso de intervención

Una vez desarrollada la plataforma de *Logihfrutic* (Figura 8.4), se organizaron cinco jornadas de capacitación y transferencia de la herramienta a los beneficiarios.

Figura 8.4. Imagen de la plataforma *Logihfrutic* operando en línea

Fuente: www.logihfrutic.unibague.edu.co

Para tal fin, se programaron sesiones presenciales con el diseño de casos hipotéticos de fincas, para que los usuarios tuvieran oportunidad de visitar todos los módulos e interactuar con aquellos que son muy cercanos a las necesidades indicadas de formación: comercio, logística y buenas prácticas poscosecha (Figura 8.5).

Figura 8.5. Imagen de una de las jornadas de capacitación y transferencia a beneficiarios

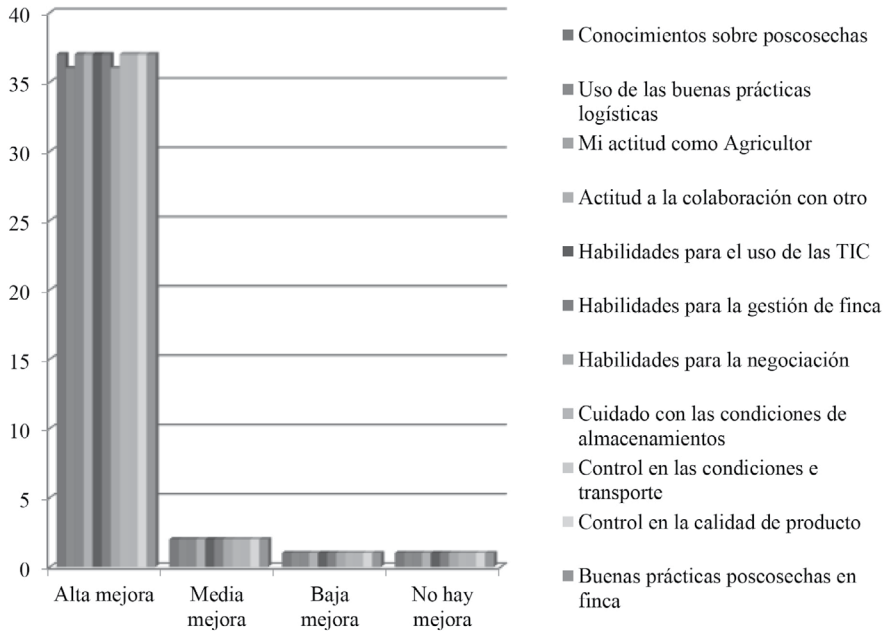
Fuente: Archivo fílmico, Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Con la ayuda de los casos hipotéticos de fincas y registro de usuario, se motivó la visita al módulo de gestión de fincas, considerado el componente más diferenciador frente a los otros sistemas disponibles en el mercado. Luego de estas jornadas, se adelantaron dos sesiones de validación específica con dos productores agrícolas para dar un nuevo ajuste a la plataforma *Logihfrutic*, antes de ser difundida en beneficio de los otros actores del sector hortofrutícola del Tolima, beneficiarios o no del Convenio 1032-2013.

Una vez terminadas las jornadas de capacitación, un total de 49 beneficiarios con potencial exportador dieron respuesta a la consulta sobre la percepción de impacto de haber participado en el proyecto con la estrategia No. 8 Fortalecimiento de la gestión de unidades productivas (Figura 8.6). La valoración de los beneficiarios evidencia en el 90 % de los consultados un alto impacto en la mejora de sus actividades de gestión en finca, en el uso de las buenas prácticas poscosecha, así como en el uso de las TIC para gestionar la información y registro de tareas. Una mínima parte de los consultados reporta un bajo o inexistente impacto en lo relacionado con la mejora en las habilidades para el uso de las TIC, lo cual puede deberse a presentar un bajo nivel de alfabetización digital y por tanto dificultad para participar activamente en las jornadas de capacitación.

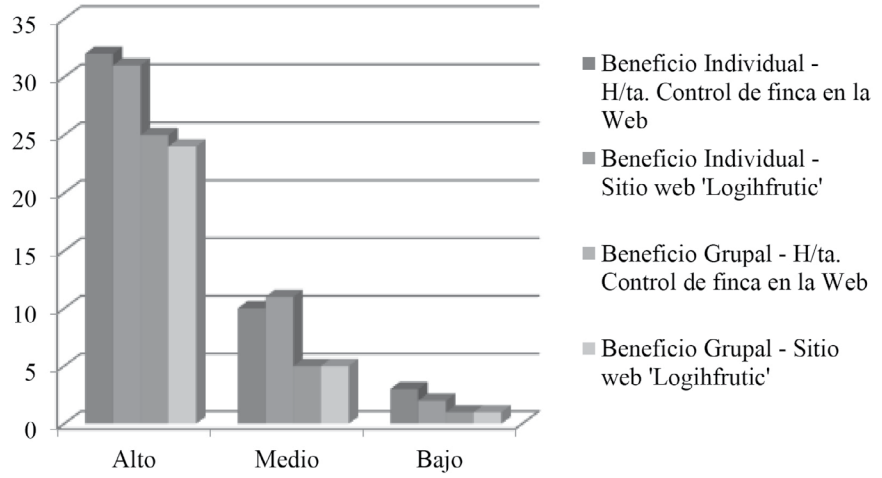
En particular, fue de interés del Equipo Técnico conocer la percepción de los beneficiarios respecto del beneficio esperado de interactuar con *Logihfrutic* a nivel individual de propietarios/administradores de fincas, como a nivel de grupal en referencia al sector hortofrutícola tolimense (Figura 8.6), así como el beneficio individual esperado en los componentes diseñados en la Plataforma (Figura 8.7). En lo referente al uso de la plataforma virtual *Logihfrutic*, cerca del 80 % de los encuestados esperan un alto grado de beneficio para sus actividades a nivel individual de fincas, y de estos solo un 80 % mantiene una alta expectativa de beneficio a nivel grupal orientado al sector hortofrutícola tolimense.

Figura 8.6. Valoración final del impacto generado en los beneficiarios



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

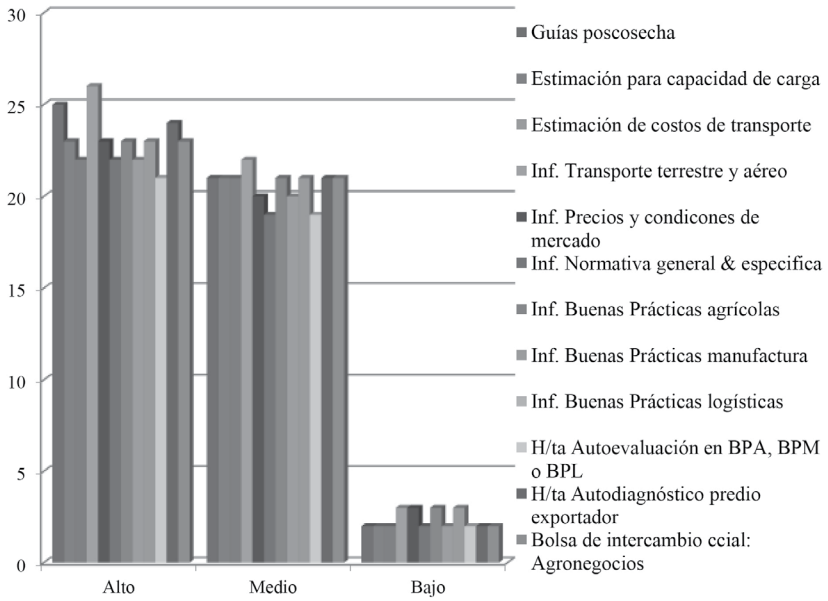
Figura 8.7. Beneficios esperados a nivel individual y grupal, producto del uso de la plataforma *Logihfrutic*



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Finalmente, en lo relativo a los componentes de diseño y de contenido incorporados en la plataforma *Logihfrutic*, casi en igual proporción, los consultados dieron una valoración alta como media a los beneficios esperados a nivel individual de los componentes que les permitirán la consulta de información referente a las dinámicas de mercado del sector de estudio, la retroalimentación y confrontación de las buenas prácticas frente a las actividades llevadas en finca, el registro de actividades en finca y la verificación de actividades poscosecha en finca de acuerdo con las fichas guía recomendadas para cada producto (Figura 8.8). Menos de cinco fueron los beneficiarios que reportaron tener una baja expectativa de la utilidad de estos componentes en su gestión de fincas.

Figura 8.8. Valoración de los componentes de la plataforma *Logihfrutic* para beneficio individual



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Conclusiones

La integración de las TIC en la gestión de las fincas es sin duda un salto cualitativo importante para la labor que realizan los propietarios/ administradores de estas unidades productivas. Las TIC en general proveen de herramientas que una vez apropiadas para la gesitón de finca, facilitan que sus propietarios/administradores accedan a contenidos relevantes para la mejora de su labor productiva, lleven el registro y control de la información y documentación propia de la actividad económica asociada a la finca, y mejoren la toma de decisiones en la administración. Al igual que lo sugieren otros académicos (Sheikh, Dar, & Sheikh, 2014; Šimek, Vanek, y Pavlik, 2015; Benda, Šmejkalová, & Šimek, 2016), el diseño y validación de estos sistemas de información para la operación en línea y centrado en perfil de usuarios tan disímiles en competencias digitales como es el caso del personal vinculado a fincas para labores administrativas, implica la superación de significativos

retos en términos de la cantidad y la calidad de los contenidos por ofrecer, así como del lenguaje de comunicación escrita-visual-auditiva por implementar.

Referencias

Agroptima. (2018). *Agroptima: software para aplicación agrícola*. Recuperado de www.agroptima.com

Asohofrucol. (2018). *Asohofrucol*. Recuperado de www.asohofrucol.com.co

Benda, P., Šmejkalová, M., & Šimek, P. (2016). Usability analysis of agricultural portal eAGRI in terms of the general public. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, *8* (4), 15-23. https://doi.org/10.7160/aol.2016.080402.

Clements, P. C., Garlan, D., Little, R., Nord, R. L., & Stafford, J. A. (2003). Documenting software architectures: views and beyond. In *ICSE: 25th International Conference on Software Engineering*. Proceeding. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICSE.2003.1201264

Comproagro. (2018). *Comproagro: compra y venta de productos agrícolas*. Recuperado de www.comproagro.com

Corpoica. (2018). *Sistema MAPA: Modelos de adaptación y prevención agroclimática*. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/site-mapa/

DANE. (2018). SIPSA: *Sistema de información de precios*. Recuperado de www.dane.gov.co

El Universal. (2017, marzo, 1). Colombia es el país donde más se ha avanzado en accesibilidad a Internet. *Periódico El Universal*. Recuperado de http://www.eluniversal.com.co

Fountas, S., Carli, G., Sorensen, C., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Vatsanidou, A., Tisserye, B. (2015). Farm management information systems: Current situation and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, *115*, 40–50. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.011.

Gothelf, J., & Seiden, J. (2013). *Lean UX. Applying lean principles to improve user experience*. EE.UU.: O'Reilly.

Imran, A., Quimno, V., & Hussain, M. (2016). Current landscape and potential of mobile computing research in the least developed countries. *The Electronic*

Journal of Information Systems in Developing Countries, *74* (5), 1–25. https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2016.tb00539.x.

ISO. (2018). *Normas ISO 25000.* Recuperado de http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/23-usabilidad

Kaloxylos, A., Eigenmann, R., Teye, F., Politopoulou, Z., Wolfert, S., Shrank, C., Kormentzas, G. (2012). Farm management systems and the Future Internet era. *Computers and Electronics in Agriculture*, *89* (nov), 130-144. https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.09.002.

Kanpo. (2018). *Kanpo: plataforma móvil para fincas*. Recuperado de www.kanpo.com.co

Kitchen, N. R. (2008). Emerging technologies for real-time and integrated agriculture decisions. *Computers and Electronics in Agriculture*, *61* (1), 1–3. https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.06.007.

MADR. (2018). *Agronet: Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano*. Recuperado de from www.minagricultura.gov.co

Magne, M. A., Cerf, M., & Ingrand, S. (2010). A conceptual model of farmers' informational activity: A tool for improved support of livestock farming management. *Animal*, *4* (6), 842–852. https://doi.org/10.1017/S1751731110000637.

McCracken, D. (2004). *User-centered Website development: a human computer interaction approach*. EE.UU.: Prentice Hall.

MINTIC. (2017). *Vive digital.* Recuperado de http://www.mintic.gov.co

Nagel, J. (2012a). *Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales. Naciones Unidas - CEPAL*. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/handle/11362/4011

Nagel, J. (2012b). *Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales. Naciones Unidas - CEPAL*. Recovered from https://www.cepal.org/es/publicaciones

Nielsen, J. (1995). *10 Heuristics for User Interface Design*. Recuperado de www.nngroup.com

Procolombia. (2018). *Ruta Exportadora.* Recuperado de www.procolombia.com.co

Rose, D., Sutherland, W., Parker, C., Lobley, M., Winter, M., Morris, C., Dicks, L.

(2016). Decision support tools for agriculture: Towards effective design and delivery. *Agricultural Systems*, *149* (nov), 165–174. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.009.

Sheikh, J. A., Dar, H. S., & Sheikh, F. J. (2014). Usability Guidelines for Designing Knowledge Base in Rural Areas. In M. Aaron (Ed.), *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Everyday Life Applications and Services* (Vol. 8519). Third International Conference on Design, User Experience, and Usability, DUXU 2014, Proceeding Part III, 462-469, Crete, Greece. Part of the Lecture Notes in Computer Science book series -LNCS, Vol. 8519, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07635-5.

Šimek, P., Vanek, J., & Pavlik, J. (2015). Usability of UX methods in agrarian sector - verification. *Agris on-Line Papers in Economics and Informatics*, *VII* (4), 49–56.

Sorensen, C., Fountas, S., Nash, E., Pesonen, L., Bochtis, D., Pedersen, S., Blackmore, S. (2010). Conceptual model of a future farm management information system. *Computers and Electronics in Agriculture*, *72* (1), 37–47. https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.02.003.

Suárez, M. del C. (2011). *SIRIUS: Sistema de evaluación de la usabilidad Web orientado al usuario y basado en la determinación de tareas críticas* (Tesis de doctorado). Departamento de Informática, Universidad de Oviedo, Oviedo, España.

Tercera Parte

Exploración de nuevas alternativas para el Sector

En esta sección se presentan las alternativas a futuro para el sector hortofrutícola en el Tolima. Se inicia con el Capítulo IX que indica los resultados centrales de la exploración de nuevas alternativas agroindustriales para cinco frutas priorizadas representativas del departamento, mientras el Capítulo X presenta el análisis potencial de mercado de las mismas. En el Capítulo XI se exponen las alternativas agroindustriales identificadas para las zonas productoras de hoja de cachaco en el sur del Tolima. A manera más general, en el Capítulo XII se dan a conocer los resultados del estudio exploratorio de vigilancia tecnológica en materia de logística aplicada al sector hortofrutícola a nivel internacional. Finalmente, en el Capítulo XIII se explica el modelo que contiene la propuesta de integración regional para el sector hortofrutícola del Tolima.

9. Investigación y desarrollo para nuevas alternativas agroindustriales

Claudia Patricia Valenzuela Leal, Andrea Milena Sánchez-Riaño, Erika Alejandra Patiño Moreno, Helga Patricia Bermeo-Andrade

La agroindustria, mediador entre la producción y el consumo, que contempla las actividades ligadas a la transformación, conservación y disposición de productos alimentarios y no alimentarios intermedios o finales, es una labor que gana importancia en la medida que contribuye a la seguridad alimentaria y mitigación de algunos problemas asociados a la salud. Como parte de esta, el sector hortofrutícola promueve la generación y mercadeo de bienes de tipo funcional, nutracéutico, mínimamente procesados, precocidos, congelados e insumos para la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica y de bioempaques, representando un renglón fundamental para el crecimiento del agro, la regulación de pérdidas, la mitigación de la pobreza y la generación de empleo.

La industria hortofrutícola abarca actividades ligadas al acondicionamiento, procesamiento, empaque, distribución y comercialización de las frutas y hortalizas desde el punto de producción hasta el punto de consumo final; así mismo, emplea tecnologías convencionales, de punta o emergentes, que impactan directamente la calidad, inocuidad, valor bioactivo, presentación, precio y competitividad de los productos. En este sentido, a nivel del departamento del Tolima, este renglón productivo requiere de la modernización empresarial, el encadenamiento con proveedores y clientes, el reconocimiento de la competencia y el apoyo de instituciones de soporte que le permitan fortalecer su infraestructura, número de empresas y dinámica de integración.

En este sentido, el presente capítulo condensa el trabajo realizado en torno a la incorporación de valor de cuatro productos hortofrutícolas importantes para el departamento del Tolima. Trabajo que requirió de una exhaustiva revisión de bases de datos y apoyo de profesionales de distintas

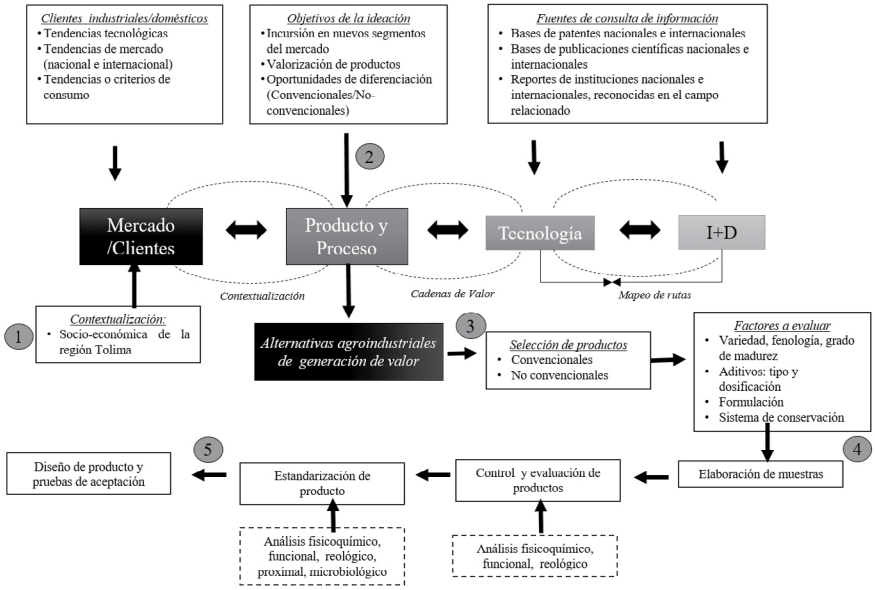
áreas e instituciones, conocedores del tema y de la asimetría de los productores como de la cadena que los representa. Su prospectiva de implementación dependerá del esfuerzo que realicen productores, empresarios y asociaciones para adoptar los procesos tecnológicos aquí plasmados y la acertada estrategia de mercadeo que implementen sus gestores.

Plan metodológico para el desarrollo de alternativas de I+D+i

En la Figura 9.1 se resume el plan metodológico sustentado en la estructura de roadmapping (Lee, Sungryong, YeSeuk, & Yongtae, 2007), definiendo tres momentos de análisis: i) Identificación de necesidades y oportunidades en las cadenas de suministro hortofrutícolas del Tolima (CSHFT), en torno a las tendencias de producto (bienes alimentarios y no alimentarios), tendencias de consumo (salud, placer, conveniencia, dermocosmética, nanomedicina, aditivos, entre otras), dinámica del mercado (consumo convencional y no convencional) y avances tecnológico-científicos; ii) Selección de productos y iii) Exploración y estandarización de alternativas tecnológicas de procesamiento.

En este caso, la síntesis documental estuvo basada en fuentes secundarias de orden institucional, gremial y empresarial, aunadas a bases de datos especializadas de orden científico y tecnológico. Para la exploración de alternativas de I+D+i se contó con el apoyo del Laboratorio de poscosecha y control de calidad y Laboratorio de servicios y extensión –LASEREX de la Universidad del Tolima, el Laboratorio AOXLAB S.A.S. de la ciudad de Medellín, el Laboratorio de reología y empaques de la Universidad del Cauca, las plantas deshidratadoras Varav Engineering & Co S.A.S y MCD Products Limitada de la ciudad de Ibagué, las plantas piloto del centro regional La Granja y laboratorios de Tecnoacademia del Centro Nacional de Aprendizaje SENA – Regional Tolima.

Figura 9.1[15]. Plan metodológico general de alternativas de I+D+i en producto



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013.

Necesidades y oportunidades en las cadenas de suministro hortofrutícolas del Tolima

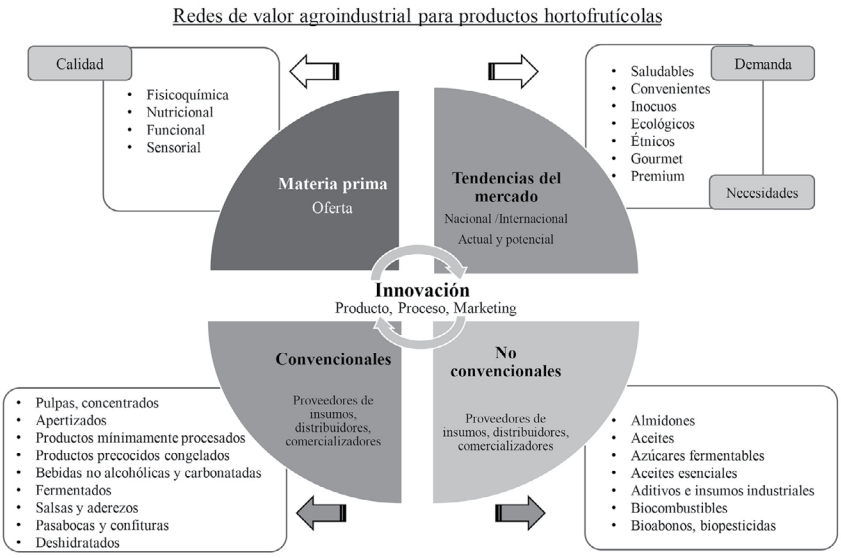
Según el Departamento Nacional de Planeación (2016), las frutas y verduras son los productos que más se desperdician en Colombia representando el 62 % de pérdida de alimentos a nivel nacional (9,76 millones de toneladas) y generando desperdicios del orden del 2,90, 1,17 y 0,30 millones de toneladas en producción, poscosecha y procesamiento respectivamente. Situación que ha generado el desaprovechamiento nutricional e industrial de múltiples compuestos con diversa actividad biológica como lípidos, minerales, fibra, vitaminas, carbohidratos, colorantes, saborizantes y proteínas de gran interés para la industria farmacéutica, alimentaria,

[15] 1 y 2: identificados como estado del arte; 3, 4 y 5: considerados componentes del trabajo experimental.

cosmética y no alimentaria (Varzakas *et al.*, 2016; Babbar *et al.*, 2015; Deng *et al.*, 2012).

Frente a ello, la visión agroindustrial del sector hortofrutícola plantea la obtención de transformados convencionales, no convencionales y mínimamente procesados tipo *Fresh-cut* especialmente llamativos por su fácil preparación y alto valor bioactivo (Artés-Hernández, Aguayo, Gómez, & Artés, 2009; Méndez-Arteaga, Robles-Oviedo, Orjuela-Garzón, Santofimio-Varón, & Cardona, 2013; NIIR – Board of Consultants & Engineers, 2016), así como el aprovechamiento parcial de residuos tipo bagazo, semillas, hueso y piel de frutas y hortalizas, que pueden representar entre el 20 % y 50 % del material de ingreso a planta, constituyéndose en agentes contaminantes de difícil control y promotores de sanción económica (Figura 9.2).

Figura 9.2. Desarrollo agroindustrial hortofrutícola a partir de redes de valor



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Particularmente, el Tolima reportó para el año 2014 una destacada participación en la producción nacional de mango (28,56 %), lima tahití (27,40 %), mora (4,60 %) y arracacha (39,73 %) (Agronet, 2014). El alto

potencial hortofrutícola de este departamento frente a las demandas de productos frescos y procesados de los mercados locales y extranjeros, ha motivado la priorización de este renglón productivo en los planes de desarrollo departamental, considerando su marcado rezago en la transformación agroindustrial. Actualmente el sector hortofrutícola soporta su mayor comercialización en fresco y un bajo porcentaje de manejo en procesado, como lo evidencian estadísticas de las Cámaras de Comercio de Ibagué, Honda y Espinal para el año 2016, donde cerca de 50 empresas inscritas en procesamiento y conservación de frutas y hortalizas, corresponden principalmente a microempresas (98 %), dedicadas en su mayoría a la clasificación y elaboración de zumos o pulpas.

Las cifras de producción versus las tendencias de comercialización y consumo, aunadas al trabajo de campo, ponen de manifiesto el rezago agroindustrial en la región y la necesidad inminente de reducir la brecha existente entre la producción y la incorporación de valor.

Exploración y estandarización de alternativas tecnológicas de procesamiento

Parámetros de calidad de los productos bajo análisis

Los productos hortofrutícolas caracterizados por su alta perecibilidad, sufren cambios en función de la especie, variedad y maduración según sea su condición de producto climatérico o no climatérico. Su categoría de seres vivos genera una serie de reacciones bioquímicas al interior de cada producto, que se reflejan en cambios de textura, color, sólidos solubles totales (SST), azúcares reductores (AR), ácidos, aromas y almidones, entre otros componentes. En el caso particular del Convenio 1032-2013, entre las lineas de procesados de interés se trabajó: mango variedad Yulima en estadios de madurez 3/4 y 4/5; lima tahití en estado pintón (3/4); mora de Castilla en grado de madurez 5 y 6 y arracacha variedad amarilla o yema de huevo (Tabla 9.1).

Tabla 9.1[16]. Parámetros fisicoquímicos y componentes de los productos bajo análisis

	Fruto	Mango 'Yulima'		Lima Tahití	Mora de castilla		Arracacha
Parámetros	Grado de Madurez	3/4	4/5	3/4	5	6	10-12 meses
Rendimientos por componente del fruto (%)*	Pulpa	59,40	64,00	---	79,50	82,02	85,20
	Cáscara	21,50	24,00	53,70**	---	---	14,80
	Semilla	13,40	12,00	---	7,97	7,66	---
	Núcleos	5,10	---	---	---	---	---
	Zumo	---	---	46,30	---	---	---
	Receptáculo	---	---	---	12,53	10,32	---
	Aceites esenciales	---	---	0,02	---	---	---
Parámetros Fisicoquímicos***	pH	3,60	3,74	2,22	2,65	2,98	6,43
	SST	10,30	13,80	8,30	7,93	8,70	9,38
	ATT	1,08	0,87	9,76	2,83	3,64	0,09
	AR	17,00	21,10	36.22	---	44,57	---
	IM	9,54	15,86	0,85	2,80	2,39	104,22
	CH (%)	84,60	85,30	78,90	86,42	88,72	70,97
	MS (%)	15,40	14,70	21,10	13,58	11,25	29,03

Fuente: Este estudio

Particularidades del mango

El mango es el tercer fruto tropical en términos de producción y demanda mundial después del plátano y la piña (Alvarado & Moreno, 2012), es importante por contener vitaminas A, C y E; minerales, antioxidantes (fenoles, ácidos orgánicos y fenólicos, carotenos), fibra dietaría, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos esenciales y pectina de alto grado de esterificación. Su riqueza bioactiva y nutracéutica ha puesto de manifiesto su gran aporte para la salud

[16] *Los rendimientos de mango 'Yulima', lima tahití y mora de Castilla se obtuvieron mediante despulpado o extracción de zumo mecánico.
**El rendimiento de los núcleos representa el promedio de todos los grados de madurez. Incluye albedo y flavedo.
***SST: Sólidos Solubles Totales (°Brix); ATT: Acidez Titulable Total (% A. Cítrico); AR: Azúcares Reductores (mg Equivalentes a Glucosa (EG) / g pulpa o 100 ml de zumo de limón).

humana como antioxidante, inmunomodulador, anticancerígeno, antimicrobiano, antidiarreico, anticolesterolémico, antiviral, cardiotónico, hipertónico, antidiabético y antiinflamatorio (Beltrán, Álvarez, Xavier, Hernanz, Rodríguez, Nuñez, & Salaices, 2004; Geerkens, Nagel, Just, Miller-Rostek, Kammerer, Schweiggert, & Carle, 2015; Jahurul, Zaidul, Ghafoor, Al-Juhaimi, Nyam, Norulaini, & Mohd Omar, 2015; Shah, Patel, Patel, & Parmar, 2010; Tharanathan, Yashoda, & Prabha, 2006; Torres-León, Rojas, Contreras-Esquivel, Serna-Cock, Belmares-Cerda, & Aguilar, 2016). Bondades que plantean las ventajas de su aprovechamiento integral, considerando que más del 35 % de la fruta es descartada durante la industrialización y consumo (O'Shea *et al.,* 2012).

Según expertos en el tema, la adaptación del mango a diversas condiciones edafoclimáticas ha generado variedades monoembriónicas mejoradas como: Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt, Van Dyke y Irwin, Zill, entre otras, y poliembriónicas correspondientes a las variedades de mayor demanda industrial, que por polinización cruzada han dado origen a más de 200 ecotipos o subpoblaciones criollas, genéticamente diferenciadas por su forma, tamaño, propiedades fisicoquímicas y comportamiento agronómico, tales como el Chancleto, Mariquita, Manzano, Hilacha, Filipino, Pico de Loro, Corazón y Albania (Alvarado & Moreno, 2012; García, Sandoval, Forero, Floriano, Salamanca, Bernal, & Gómez, 2010).

Las características fisicoquímicas del mango son de gran importancia en la comercialización, existiendo valores mínimos y máximos de aceptación en fresco e industrial según la variedad. Para su procesamiento se recomienda trabajar frutos sanos, en grados de madurez 3/5, fisiológicamente desarrollados, de textura firme, con buen contenido de sólidos solubles, color amarillo intenso y sabor sin indicios de sobremaduración. Es importante tener en cuenta que, en líneas de producto a base de pulpa, el empleo de variedades criollas es fundamental por el alto aporte de azúcares, que de manera positiva afectan el rendimiento y los costos de producción, no obstante, sus residuos (fibra, semilla y piel) representen más del 40 % del producto.

Tabla 9.2. Atributos de calidad de algunas variedades criollas y mejoradas de mango

Variedad / Atributo	Tommy Atkins	Haden	Irwin	Kent	Keitt	Hilacha	Manzana	Van Dyke	De azúcar
Masa del Fruto (g)	508 -622	304 -345	345 - 544	647 - 704	536 - 627	221	188- 572	451	130
Largo promedio (cm)	8,73	8,14	7,82	10,26	12,1	6,2 – 10,33	7,46 – 12,98	10 - 11	7,28
Diámetro promedio (cm)	9,52	8,12	7,09	10,58	9,36	4,8 – 9,5	6,34 – 9,77	8,63	5,20
Corteza (%)	10,29	17,00	11,93	11,30	12,56	6,3 - 26	13,51 – 21,97	9,73	18,20
Semilla (%)	11,90	16,82	9,45	9,28	8,72	11,6 - 26	7,25 – 18,28	11,08	14,60
Pulpa (%)	77,80	66,18	78,61	79,31	77,26	50 - 80	59,75 – 79,68	78,21	67,16
Fibra (%)	1,21	1,70	1,15	1,09	1,24	4,50	---	1,02	1,20
pH	4,33	3,91	3,90	3,70	3,68	3,60 – 5,10	3,32 – 4,49	----	----
SST (%)	17,32	14,90	15,71	19,40	7,50	10,90 – 22,20	14,33 – 18,40	17,80	16,00
ATT (%)	0,57	0,83	0,69	0,63	0,29	0,29	0,31	0,68	0,13
SST/ATT	30,38	17,95	27,76	30,7	25,86	25,86	42,87	26,17	123,07
Forma	Oblonga oval	Ovalada redonda	Elíptico	Ovalada, orbicular	Ovalada	Oblonga oval	Oblonga oval	Oblonga oval	Oval

Fuente: Carrera et al. (2008); García et al. (2010); Laboratorio de Análisis Industrial Universidad del Valle (2016), y este estudio.

En líneas de procesamiento en la que la presentación en trozos, hojuelas o formas sólidas es de gran importancia, las variedades mejoradas de semilla pequeña y bajo contenido de fibra constituyen la mejor opción. En este sentido, estudios realizados por la Universidad del Valle, Corpoica, Asohofrucol, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y este estudio (Carrera, Mark, & Gil, 2008; García et al., 2010; Ramírez, Qujada, Castellano, Burgos, Camacho, & Marín, 2010), permiten afirmar que cultivos como Haden

y azúcar son los de menor rendimiento en pulpa y mayor porcentaje de semilla; Van Dyke, Irwin, Hilacha, Manzano y De azúcar son buenos aportantes de sólidos solubles (°Brix); Irwin y Haden contienen el mayor porcentaje de vitamina C; Van Dyke y Kent presentan menor contenido de fibra y; Kent y Keitt contienen el menor porcentaje de semilla (Tabla 9.2).

Es importante indicar que el mango puede presentar diversas afecciones fitosanitarias, que aunadas a daños por deficiente logística de manejo en finca, distribución y venta conducen a un acelerado proceso metabólico que genera pérdidas superiores al 20 %, con daños por antracnosis, mosca del mediterráneo, deshidratación, ablandamiento, deterioro fisicoquímico y sensorial (Guerrero-Rivera & Campos-Campos, 2014; Salamanca, Forero, García, Díaz, & Salazar, 2007), ocasionando detrimentos económicos para productores y comercializadores, contaminación ambiental, propagación de enfermedades, irregularidad de calidad, desabastecimiento o rechazo industrial por parte de empresas como Postobón, Coca-cola, Alimentos SAS, Frugy SA, Alpina SA, Grupo Nutresa SA, que con frecuencia demandan el producto y tienen claro que la recepción de material defectuoso puede afectar la productividad, presentación, inocuidad, precio y calidad del producto.

En el caso particular de la variedad mejorada Yulima, esta presenta diferencias marcadas respecto a otras variedades por su forma alargada más que ovoide, tamaño, peso y color; es un fruto poliembriónico de tamaño medio. Su alto contenido de fibra, color amarillo-rojizo en estadios de madurez pintón y maduro, textura firme y bajo nivel de infestación por mosca del mediterráneo, la exhiben como un producto con atributos atractivos para el mercado tanto en fresco como en procesado. Yulima es un mango de semilla media y porcentaje de epidermis alto, con contenido de mesocarpio en estados de madurez 3/4, superior al mango de azúcar, hilacha y Haden, aspectos que, a nivel industrial en función a su grado de madurez y contenido de fibra, aunados al sistema de despulpado, afectan la productividad (Tabla 9.2); mientras la heterogeneidad de colores en la epidermis puede generar errores de apreciación en el momento de la clasificación de los estadios 3/4.

Por todo lo anterior, se consideró procedente realizar valoración cuantitativa de color por colorimetría triestímulo, escaldado previo al despulpado y empleo de despulpadora horizontal para aumentar el tiempo de retención del producto. En particular, para esta variedad no se logró precisar la relación existente entre el manejo del cultivo y estado de madurez sobre los rendimientos en los diferentes componentes del fruto, valoración que existe para la variedad Tommy Atkins a 9 y 12 m de distancia con riego por superficie o microaspersión (Soto, García, Vergara, Ettiene, Pérez, Sandoval, & Bracho, 2015)

Por último, se resaltan las diferencias fisicoquímicas en estadios de madurez 3/4 y 4/5 (Tabla 9.1), las cuales indican que a medida que avanza la madurez se da mayor trasformación de foto-asimilados como almidones y ácidos hidrolizados en compuestos de menor peso molecular como monosacáridos por influencia principalmente del proceso metabólico de respiración. Los cambios en el contenido de humedad y materia seca pueden atribuirse a la liberación de agua durante las reacciones de respiración, dilución o fraccionamiento de ácidos y conversión de macromoléculas en azúcares simples, ácidos pécticos y compuestos aromáticos que afectan el dulzor, aroma y textura del producto (Azcon-Bieito & Talon, 2000; Kulkarni, Policegoudra, & Aradhya, 2007).

La variedad Yulima comparada con variedades como Tommy Atkins, Kent, Keitt, Hilacha y Van Dike, empleados con frecuencia en procesos industriales, registra menor contenido de SST y mayor acidez, características que pueden incidir en menor proliferación microbiana, mayor adición de edulcorante comercial, menor empleo de ácidos orgánicos y mejor balance sensorial.

Particularidades de la lima tahití

La lima tahití se caracteriza por ser un producto bajo en calorías, fuente importante de vitamina C, complejo B y ácido cítrico, y de minerales como potasio, sodio, fósforo, azufre, magnesio y calcio, compuestos asociados a efectos benéficos sobre la salud humana como son la reducción de triglicéridos, tonificación de capilares sanguíneos que reducen hemorragias, regulación de tensión arterial, efecto bactericida,

desintoxicante, cicatrizante y controlador del cáncer de colon, mama, piel y estómago, entre otros (ATC, 2013).

La calidad de los frutos para el mercado en fresco e industrial se evalúa a través de parámetros preestablecidos en las normas y ajustados en función de la demanda, en este sentido, son de interés parámetros externos como el calibre (tamaño, peso, volumen), color de piel, firmeza, daños fitosanitarios, deformidad, trastornos fisiológicos manchas y cicatrices; y parámetros internos tales como el contenido de zumo, índice de madurez, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT), espesor de piel, % de semillas si las hay y contenido de aceites esenciales (ICONTEC-NTC 4087, 1997). Su forma redonda, ovalada o ligeramente elíptica a veces con un pezón en el ápice y tamaño que oscila entre 2,5 y 7 cm, son cualidades importantes en el momento de calibrar equipos, remover aceites esenciales y proyectar el rendimiento de operación. Su color externo evaluado a través de cartas de color o mediante equipos especializados como colorímetros permite proyectar el comportamiento fisicoquímico del fruto (Tabla 9.3).

Tabla 9.3. Especificaciones Técnicas para clasificación de lima tahití

Categoría	Tamaño	Apariencia
Selecta	Diámetro ecuatorial 4,5 a 6 cm	Con una tolerancia de sombra no mayor a 1 cm
Especial	Diámetro ecuatorial 3,9 a 4,4 cm	Con una tolerancia de sombra máximo de 2 cm de diámetro y más de 10 % de daños por ácaros y trips
Corriente	Diámetro ecuatorial 3,9 a 7 cm	Con una tolerancia de sombra máximo de 2 cm de diámetro y más de 10 % de daños por ácaros y trips
Industrial	Diámetro ecuatorial 2,5 a 3,8 cm o mayor de 6 cm	Sin importar daños por sombra, mancha y daños por trips
Popular	NA	Fruta con sobre-maduración
Desecho	NA	Sombra mayor a 3 cm de diámetro, manchas por acaro, trips superior al 50 % y pudrición o daños físicos causados por golpes u hongos

Fuente: Ceballos & Escobar (2010)

Algunos problemas propios de la lima tahití como decoloración por rozamiento, cicatrices, protuberancias, daños mecánicos, oleocelosis, cortes de piel, puntos negros por hongos que afectan entre el 12 % y 25 % su calidad externa, son generados en cultivo o por inadecuada tecnología de recolección, selección, clasificación y almacenamiento (MADR, 2005).

Después de la cosecha, el fruto continúa sus procesos metabólicos de respiración, transpiración y maduración. En consecuencia de lo anterior puede perder cantidades significativas de agua, presentar resequedad, pérdida de brillo, ablandamiento, rajado y presencia de hongos. La lima en estado de madurez pintón (3/4) genera mayor contenido de zumo (41,89 % y 45,27 %), resultando favorable su cultivo bajo el sistema de lámina de riego, contenido que de acuerdo con Dorado, Grajales, & Rojas (2015) puede reducirse hasta el 8 % bajo condiciones de sequía, afectando el contenido de vitamina C y aceptación por parte de la industria farmacéutica, quien establece como concentración mínima de este metabolito 25 mg/100 mL de zumo. Para efectos del presente estudio, la fruta empleada registró buen tamaño de fruto, pocos daños externos, alto rendimiento en zumo, bajo contenido de aceites esenciales (0,2 %) y un valor promedio de 8,30°Brix, que superó el valor mínimo exigido por la industria colombiana (7°Brix).

Particularidades de la mora de Castilla

Esta baya proveniente de plantas perennes de crecimiento arbustivo que genera a los 15 meses rendimientos de 18 a 20 t de fruta por ha/año (Ruíz, Urueña, & Martínez, 2009), proporciona fibra, vitaminas, fitosteroles, vitamina C, ácido málico y compuestos bioactivos de naturaleza fenólica representados por elagitaninos, antocianos, flavonoides (quercitina, kaempferol), y formas conjugadas del ácido elágico, ácido gálico y ácido hidroxicinámicos, considerados agentes protectores contra enfermedades degenerativas y cardiovasculares (Ayala, 2011; Benvenuti, Pellati, Melegari, & Bertelli, 2004; Manach, Williamson, Morand, Scalbert, & Rémésy, 2005; Mertz, Cheynier, Günata, & Brat, 2007).

Uno de los aspectos críticos en la mora son sus componentes activos, toda vez que debido a estos se pueden registrar durante el procesamiento

industrial pérdidas importantes por efecto del lavado, tratamientos térmicos y clarificación, por lixiviación o solubilización, como es el caso de los antocianos, participación en reacciones de Maillard o reacciones con taninos como ocurre con los polifenoles (Soto *et al.,* 2010), o separación de fibras, pigmentos y polisacáridos en suspensión para dar homogeneidad y transparencia a refrescos, cócteles, bebidas alcohólicas, té con jugo clarificado, gelatinas, confituras y productos cosméticos (Gancel, Feneuil, Acosta, Mercedes, & Vaillant, 2011).

La recolección de esta fruta se recomienda en grado de madurez 5 por registrar buenas características sensoriales idóneas, generar alto rendimiento en pulpa, presentar aceptable valor de SST, representados mayoritariamente por azúcares de bajo peso molecular como sacarosa, glucosa y fructosa, y contener buena cantidad de pectina (Camacho & Romero, 1996; Márquez, 2004). Así mismo, la recolección en campo en termoformados de Tereftalato de polietileno (PET) con capacidad entre 350 a 750 g, es adecuado si su destino es el mercado en fresco, o canastillas plásticas de 10 a 15 kg, bidones o canecas de 55 L con bolsas de polietileno si esta se destinará a procesos de transformación.

Es importante indicar que aun cuando se han establecido algunos parámetros fisicoquímicos para la comercialización de esta fruta (Tabla 9.4), existen grandes procesadoras como Postobón, Meals de Colombia, Casa Luker, Agrofood, Passicol, establecidas en el Eje Cafetero, Valle del Cauca, Antioquia, Cundinamarca y Santander (Escobar, 2010), que han determinado como niveles de clasificación para recibo: I) fruta extra, la que posee longitud mayor a 5 cm; II) de primera o especial, la fruta con longitud entre 2,2 y 3,5 cm, y III) de segunda o corriente, aquella que no excede los 2,2 cm de longitud y tiene menos de 1,5 cm de diámetro; libres de *Botritys cinérea*, perla blanca y residuos tóxicos que puedan afectar la salud del consumidor (MADR, DANE, & SIPSA, 2013).

Tabla 9.4. Requisitos fisicoquímicos para la comercialización de mora de Castilla

Condiciones de calidad	Mercado	Diámetro Mínimo (mm)	Peso promedio Máximo (g)
Calibre A	Nacional	≥ 27	9,2
Calibre B		223- 26	8,8
Calibre C		19- 22	6,2
Calibre D		14 -18	4,2
Calibre E		≤ 13	3,2
Sólidos solubles totales °Brix		7,2	8,5
Acidez titulable % (ácido málico)		2,5	2,8
Índice de madurez		2,6	3,1
Tolerancias (%)		5	10
Acidez titulable % (ácido cítrico)	Exportación	-	1,8
Sólidos solubles totales °Brix		9,0	-
Índice de madurez °Brix/acidez titulable		5,0	-

Fuente: Este estudio, adaptado de los documentos de Instituto Ecuatoriano de Normalización (2009), ICONTEC, 1997; Arenas (2015)

Particularidades de la arracacha

La arracacha es una raíz reconocida por sus atributos sensoriales y porcentaje de almidón (10 a 25 %), rica en calcio, vitamina A, niacina, ácido ascórbico y fósforo (Portillo & Delgado, 2011). En Colombia se comercializa principalmente en fresco, reportando pérdidas poscosecha hasta del 35 % por mal manejo, deficiencia de empaque, inadecuada tecnología de almacenamiento y poco valor agregado (Marín, Alcocer, Salazar, & Bernal, 2011; Rojas & Barreto, 2016). Sus limitadas experiencias de procesamiento han sido desarrolladas especialmente en Nestlé y Nutrimental S.A. para elaboración de alimentos infantiles, harinas y hojuelas; Industrias Ramo, Asipaboy, D´labranza para la obtención de dulces, bizcochos, tortas, pan, chips, arequipe y ocasionalmente almidón nativo (Hurtado, 1997; Corpoica, 2003; Marín *et al.,* 2011; Rojas & Barreto, 2016).

Aun cuando no es muy clara su clasificación, se generan siete materiales que se diferencian especialmente por el color de hojas, tallos, pulpa y forma de las raíces, de los cuales el Tolima cultiva arracacha blanca, amarilla y morada

(Bravo, 2009). Análisis bromatológicos realizados en raíz y cepa ponen de manifiesto un alto contenido de carbohidratos y carotenoides principalmente en la variedad amarilla, alto contenido de carbohidratos en la variedad morada y bajo contenido de materia seca en la variedad blanca (Tabla 9.5) (Corpoica, 2003; Reyes, Gómez, Espinoza, Bravo, & Ganoza, 2009).

Tabla 9.5. Atributos de calidad nutricional en cepa y raíz de arracacha

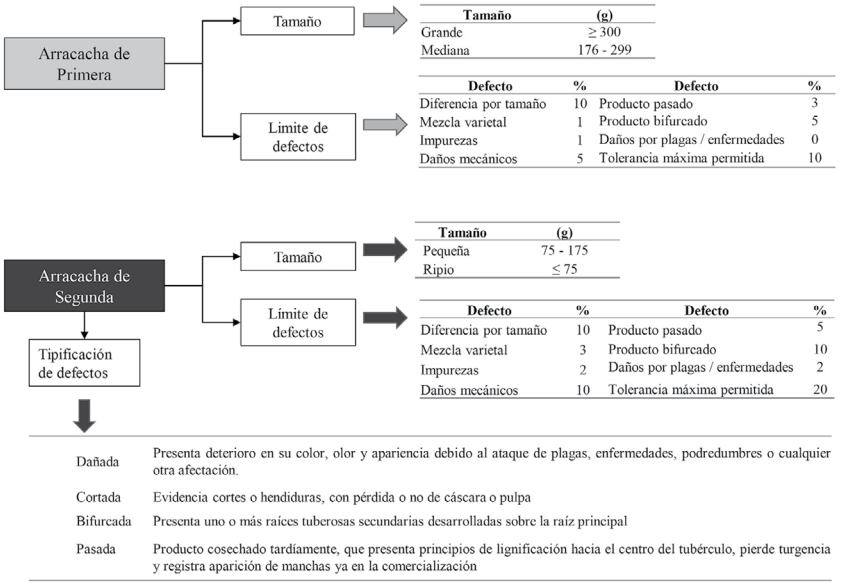
Compuesto	Unidad	Raíz de Arracacha Amarilla	Raíz de Arracacha Blanca	Raíz de Arracacha Morada	Cepa de Arracacha Amarilla	Cepa de Arracacha Morada
Calorías	un	100,00	94,00	104,00	100,00	104,00
Agua	(g)	72,80	74,50	71,90	72,60	72,00
Materia seca	(g)	27,20	25,50	28,10	27,40	28,00
Carbohidratos	(g)	24,00	22,30	24,90	24,10	24,80
Proteína	(g)	0,90	1,00	1,10	0,90	1,00
Grasa	(g)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Fibra	(g)	1,00	0,70	0,80	1,10	0,90
Cenizas	(g)	1,20	1,40	1,20	1,20	1,20
Calcio	(mg)	26,00	23,00	24,00	28,00	25,00
Fósforo	(mg)	60,00	40,00	65,00	70,00	70,00
Hierro	(mg)	0,70	1,10	0,70	1,10	0,40
Vitamina A	U,I,	190,00	10,00	20,00	69,00	3,00
Tiamina	(mg)	0,06	0,05	0,04	0,07	0,06
Riboflavina	(mg)	0,04	0,06	0,03	0,09	0,05
Niacina	(mg)	2,80	2,50	1,10	4,80	4,10
Ácido ascórbico	(mg)	20,00	15,00	20,00	20,00	20,00

Fuente: ICBF (1992), referenciado por Rodríguez et al. (2000)

La arracacha se caracteriza por ser altamente perecedera en almacenamiento, vulnerable a daños mecánicos, pudrición húmeda o seca y proliferación de plagas como chizas, gusanos, áfidos y pulgones que pueden degradar follaje, tallos, cepas y raíces. Para su consumo debe estar limpia, sin raíces secundarias (ripio), presentar consistencia firme, estar libre de daños, bifurcaciones y lignificación hacia el centro de la pulpa. El producto que no cumple

con estos parámetros corresponde a la primera opción de materia prima industrial para la obtención de almidón, alimentos balanceados para animales y compuestos biofermentados, mientras la arracacha de primera puede ser empleada como insumo para la obtención de harinas, troceados y chips (Figura 9.3).

Figura 9.3. Calidad de la arracacha



Tamaño	(g)
Grande	≥ 300
Mediana	176 - 299

Defecto	%	Defecto	%
Diferencia por tamaño	10	Producto pasado	3
Mezcla varietal	1	Producto bifurcado	5
Impurezas	1	Daños por plagas / enfermedades	0
Daños mecánicos	5	Tolerancia máxima permitida	10

Tamaño	(g)
Pequeña	75 - 175
Ripio	≤ 75

Defecto	%	Defecto	%
Diferencia por tamaño	10	Producto pasado	5
Mezcla varietal	3	Producto bifurcado	10
Impurezas	2	Daños por plagas / enfermedades	2
Daños mecánicos	10	Tolerancia máxima permitida	20

Dañada	Presenta deterioro en su color, olor y apariencia debido al ataque de plagas, enfermedades, podredumbres o cualquier otra afectación.
Cortada	Evidencia cortes o hendiduras, con pérdida o no de cáscara o pulpa
Bifurcada	Presenta uno o más raíces tuberosas secundarias desarrolladas sobre la raíz principal
Pasada	Producto cosechado tardíamente, que presenta principios de lignificación hacia el centro del tubérculo, pierde turgencia y registra aparición de manchas ya en la comercialización

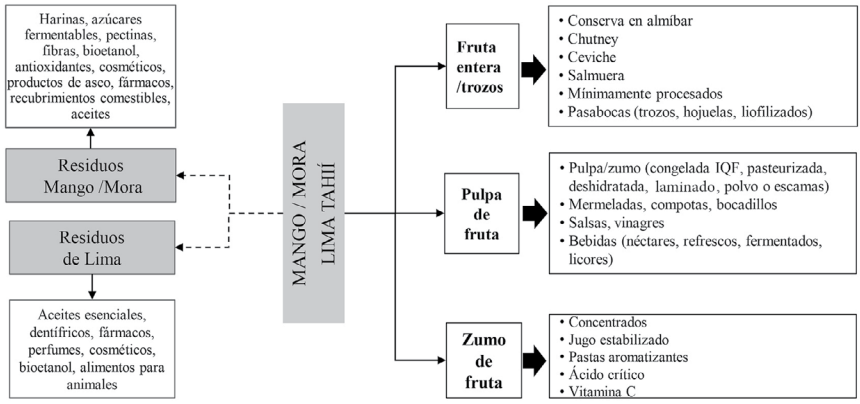
Fuente: Este estudio sobre la base de la norma NTC 1251

Un relevante potencial agroindustrial para la arracacha está representado en su almidón, dadas las propiedades físicas y funcionales que este exhibe y que amplían su perspectiva de uso en la elaboración de productos alimenticios diversos, biopolímeros y cosméticos. Su tamaño y finura plantean su inclusión en la fabricación de talcos y polvos faciales. Dentro de las cualidades generales que destacan este almidón se encuentran su resistencia a la congelación, temperatura de gelatinización 57,5 ± 1,29ºC, no presenta sinéresis en medios ácidos (pH 2 a 4), es estable en almacenamiento prolongado a baja temperatura (4°C), da mayor viscosidad que el almidón de achira y maíz, características todas que lo convierten en apto para ser empleado como ingrediente natural en la elaboración de encurtidos, salsas, marinados, congelados y aderezos (Acosta & Blanco, 2013; Bohórquez & Ramírez, 2013; Dufour & Hurtado, 2016).

Generación de alternativas agroindustriales

En la actualidad el empleo de tecnologías tradicionales e innovadoras de procesamiento aplicadas a productos hortofrutícolas es implementado como estrategia de reducción de pérdidas, estabilidad nutricional, pero ante todo de conservación, aumento de rentabilidad y diversificación en anaquel, como se evidencia en la Figura 9.4. En este sentido, el proyecto evaluó algunas propuestas agroindustriales focalizadas en la obtención de deshidratados en forma de escamas, hojuelas, harina y laminados o cueros; la obtención de zumo de limón estabilizado y la elaboración de un biopolímero a base de almidón de arracacha, productos que fueron seleccionados con base en las tendencias del mercado, requerimientos industriales, proyecciones ecoambientales y viabilidad de implementación por parte de agremiaciones, asociaciones y empresarios del departamento para mejorar la competitividad de la región.

Figura 9.4. Alternativas de aprovechamiento agroindustrial de frutos

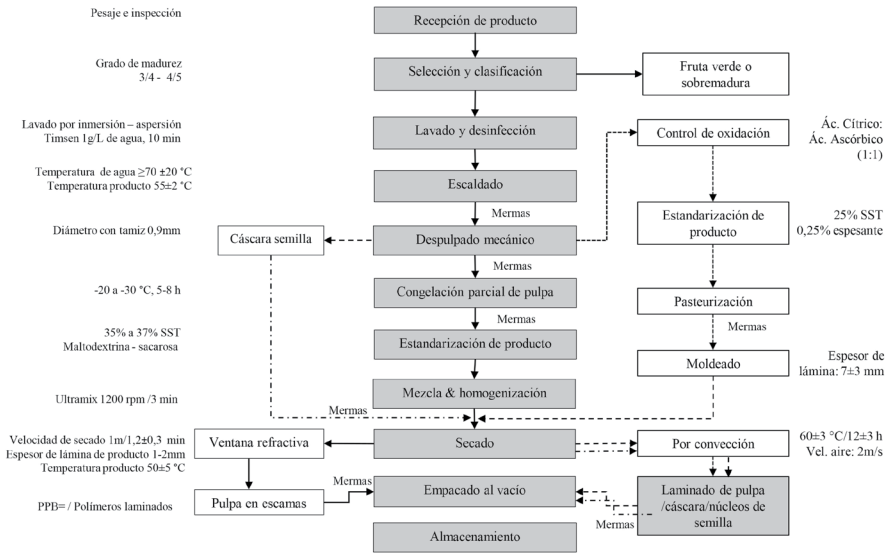


Fuente: Este estudio con base en Ayala *et al.* (2013); Guerrero *et al.* (2014); Méndez-Arteaga et al. (2013)

En el marco del presente proyecto se eligió la deshidratación como medio de conservación por su significativa aceptación mundial, inocuidad, impacto positivo en los costos logísticos de transporte, fácil almacenamiento y opción de empleo final (industrial – consumidor). En Colombia, la aplicación del proceso de deshidratado en el renglón hortofrutícola ha sido baja, y

esto se explica en gran medida por la alta disponibilidad en fresco, cultura de consumo, poder adquisitivo del consumidor interno y baja proyección hacia el mercado externo. En este caso, se manejo secado con aire caliente para la obtencion de laminados a base de mango Snack's o pasabocas, hojuelas de arracacha tomando como referente los trabajos realizados por Hernández & Fernández (2013), Vanegas & Parra (2011), Cerquera (2006) y la implementación de algunas modificaciones a nivel de sólidos solubles (25°Brix), tipo de hidrocoloide (pectina cítrica lenta, carboximetilcelulosa, maltodextrina y goma arábiga), espesor de la matriz alimentaria, condiciones de proceso y contenido de humedad del producto final. Así mismo, se recurrió al empleo de secado por ventana refractiva para la obtención de escamas o pulverizados a base de mango, mora y lima tahití, empleando como medio transmisor de energía el agua caliente (70 - 95°C) (Figura 9.5).

Figura 9.5. Proceso de obtención de deshidratados laminados o en escamas a base de frutas



Fuente: En este estudio

Nota: Para la obtención del zumo de lima tahití, no aplican las operaciones de escaldado y despulpado mecánico, sino que son sustituidas por tratamiento fisicoquímico de eliminación de aceites esenciales y adición de antioxidantes en el proceso de extracción.

La Tabla 9.6 resume los atributos fisicoquímicos y el perfil bromatológico de las materias primas empleadas y principales productos derivados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, los cuales se espera sirvan de referente a productores o empresarios interesados en dar valor agregado a estas frutas y hortalizas, dado el buen rendimiento en laminados y escamas (19 a 28 %) respecto a procesados tipo pasabocas comerciales en hojuelas que tan solo ascienden al 8 %. Los valores de acidez y pH (2,2 - 3,6) que registran la mayoría de materias primas evaluadas resultan importantes por incidir en sus atributos sensoriales, de textura y conservación, mientras el contenido de humedad afecta la apariencia, estabilidad reológica y manifestación de defectos como resecamiento, revenimiento o empastamiento. En este sentido, se puede afirmar que los productos más estables correspondieron a los pulverizados o escamas.

Como dato relevante la mora generó un incremento del 12,8 % en el rendimiento en pulpa respecto a lo reportado por Camacho (1995), comportamiento atribuible a una baja pérdida de peso por lixiviados y la aplicación de escaldado previo al despulpado (52 ± 3°C en producto) para reducir carga microbiana, controlar actividad enzimática, reducir fermentación, estabilizar color y aumentar viscosidad de la pulpa por eliminación de oxígeno presente en espacios intercelulares. El valor del pH y contenido de SST pone en evidencia la no presencia de fermentación e importancia de reducir al máximo el tiempo entre cosecha y procesamiento.

A su vez, la materia seca (MS) y contenido de humedad (CH) corroboran la alta perecibilidad del producto y la necesidad de aplicar frío a través del manejo poscosecha para evitar su deterioro. Entre tanto, el contenido de azúcares totales indica que hay necesidad de incorporar edulcorantes o aditivos como maltodextrina para mejorar los rendimientos, la eficiencia del proceso y estabilidad del producto, reduciendo los problemas de adherencia y aglomeración durante el almacenamiento (Silva, Sobral & Kieckbush, 2006).

Tabla 9.6. Caracterización fisicoquímica y nutricional de materias primas y productos derivados, obtenidos en laboratorio (Valores promedio)

Parámetro de Control	Pulpa			Zumo de Lima tahití	Deshidratados en escamas			Arracacha		Laminado de mango
	Mango	Mora	Arracacha		Mango	Lima tahití	Mora	Harina	Almidón	
Rendimiento (%)	59,40	86,80	---	46,30	28,40	19,20	20,00	22,10	13,00	21,70
pH	3,60	2,98	6,43	2,22	3,85	2,46	2,92	3,56	10,17	3,54
(SST)	10,30	8,70	9,38	8,30	74,25	84,00	86,75	8,48	---	67,80
ATT	1,08	3,64	0,09	9,76	1,06	11,50	9,81	0,12	---	2,42
IM	9,54	2,39	104,22	0,85	70,28	7,30	8,85	70,66	---	28,02
AR	17,00	44,58	0,30**	36,22	170,95	178,19	299,96	---	---	105,67
Humedad (%)	84,60	86,42	70,97	87,00*	7,82	7,14	7,06	9,70	7,80	21,50
Extracto etéreo (%)	0,27*	0,10	0,10	0,30*	0,02	0,03	0,01	5,90	0,18	15,90
Fibra total (%)	1,80*	0,00	0,15*	3,15*	1,42	0,00	1,72	2,50	0,72	3,60
Proteína (%)	0,51*	0,60	0,08*	1,20*	1,13	0,90	3,16	4,70	0,50	2,34
Carbohidratos (%)	17,00	14,60*	22,64*	10,70*	90,27	91,44	88,02	24,40	90,55	---
Materia seca (%)	15,40	11,25	23,60*	---	92,18	92,86	92,94	90,30	92,20	78,50
Solubilidad	---	---	---	---	---	---	---	2,89	0,44	---
TG (°C)	---	---	---	---	---	---	---	---	56,30	---
IAA	---	---	---	---	---	---	---	---	5,50	---

Fuente: Este estudio

* Valores tomados de estudios precedentes, TG: Temperatura de gelatinización, IAA: índice de absorción de agua. (g gel/g muestra seca). SST: Sólidos Solubles Totales (°Brix); ATT: Acidez Titulable Total (% A. Cítrico); IM: Índice de Madurez; AR: Azúcares Reductores (mg Equivalentes a Glucosa (EG)/ g pulpa o 100 ml de zumo de limón).

En los laminados el color medido por el sistema CIELab, la actividad antioxidante, el contenido fenólico, la viscosidad y la textura, mostraron diferencias significativas entre formulaciones con obtención de los mejores resultados en el laminado que incluyó goma arábiga, por lo cual este representa la mejor alternativa de réplica industrial. En todos los casos, la luminosidad o brillo se vio influida por reacciones de pardeamiento no enzimático (Tamanna & Mahmood, 2015), mientras el brillo y saturación destacaron el efecto de los antioxidantes en la matriz alimentaria, permitiendo argumentar la importancia de emplear antioxidantes y acidulantes como el ácido ascórbico y ácido cítrico, para mantener la pigmentación natural de la fruta y en algunos casos compensar la actividad antioxidante perdida durante los tratamientos térmicos (Machado et al., 2007; Noguer, Cerezo, Moyá, Troncoso, & García., 2014; Rababah, Al-mahasneh, Kilani, Yang, Alhamad, & Al-u, 2011; Scalzo, 2008).

En general, los deshidratados obtenidos registraron bajo porcentaje de grasa y contenido calórico (250 – 360 Kcal/100 g de muestra) poniendo de manifiesto su aptitud para niños, personas diabéticas, con tensión arterial alta y aquellos consumidores que demanden productos *light.* El perfil bromatológico y bioactivo reportó alta biodisponibilidad de metabolitos de interés funcional como fibra, materia seca y cenizas que favorecen la salud del consumidor, así como la presencia de azúcares reductores que requieren ser controlados para evitar reacciones de Maillard de común ocurrencia en procesos de secado de vegetales (Izli *et al.,* 2014; Tamanna & Mahmood, 2015).

Zumo estabilizado a base de lima tahití

Para la elaboración de este producto fue importante considerar las características fisicoquímicas y dilución de marcas comerciales procedentes de Argentina, México, Bogotá y Medellín, la calidad del agua de dilución (ozonizada, desionizada, pasteurizada a temperatura ambiente y refrigerada), el tipo y dosificación de estabilizante, el sistema de extracción, control de oxidación, particularidades de operación y método de conservación del zumo, así como las consideraciones planteadas por Pareek, Paliwal,& Mukherjee (2011) y Uçan, Akyildiz, & Erdal (2014).

Los resultados basados en 17 tratamientos pusieron en evidencia: 1) La eficiencia del proceso de pasteurización lenta sobre la estabilidad de SST y acidez del producto; 2) La leve modificación del color durante el almacenamiento como indicio de oxidación por empleo de empaques transparentes (condición que no afecta significativamente el sabor del producto, pero permite entender el porqué del empleo de envases comerciales de color, en lo posible con tapas de tamaño pequeño de fácil dosificación); 3) La efectividad de la goma Xanthan como estabilizante, atribuible a su alta estabilidad iónica en medio ácido que se refleja en baja separación de fases, y sinergia con los tratamientos de centrifugación y pasteurización implementados y 4) El impacto negativo de la exclusión de operaciones de centrifugación y pasteurización sobre el color y atributos sensoriales del zumo, comportamiento atribuible a la presencia de arilos, albedo y flavedo del fruto, que inciden en la dispersión, hinchamiento y disolución de la goma, residencia de aceites esenciales y existencia de carga microbiana patógena.

En la Tabla 9.7 se resumen los atributos fisicoquímicos y sensoriales de los tratamientos evaluados con mejores resultados, y que se estandarizaron con fruta pintona y de rechazo (por tamaño), procedente de plantas clasificadoras o centros de comercialización de la región. Los factores de mayor impacto sobre la calidad del producto final se centraron en los atributos sensoriales, azúcares reductores (AR), color y nivel de sedimentación. Los primeros por incidir directamente en la aceptación del consumidor, la variación de AR como indicio de procesos degradativos generados por fermentación o fraccionamiento a ácidos que afectan color, aroma y sabor del producto final, y los parámetros restantes por afectar la apariencia y cuerpo del zumo, directamente influidas por el estabilizante, la centrifugación y temperatura de pasteurización. En este sentido, de los tratamientos ensayados, el denominado T_3 resultó ser el mejor proceso de elaboración para zumo de lima tahití considerando sus resultados favorables tanto fisicoquímicos como sensoriales que se mantuvieron estables en el tiempo de vida útil.

Tabla 9.7. Parámetros fisicoquímicos y sensoriales de zumos estabilizados a base de lima tahití

Parámetro	T1	T2	T3	T4
STT (°Brix)	4,93 ± 0,06	4,97 ± 0,06	4,67 ± 0,15	4,53 ± 0,06
pH	2,40 ± 0,06	2,45 ± 0,05	2,32 ± 0,02	2,31 ± 0,02
ATT (% v/v)	5,12 ± 0,06	4,79 ± 0,03	4,80 ± 0,03	4,80 ± 0,04
AR (mg Eq de Glucosa/ 100 mL zumo)	22,42 ± 2,92	22,33 ± 1,71	17,45 ± 0,33	17,67 ± 0,23
L*	43,50 ± 0,61	45,16 ± 2,86	47,86 ± 1,07	48,69 ± 1,22
C*	2,39 ± 0,21	2,26 ± 0,36	2,55 ± 0,18	2,73 ± 0,06
hue	225,83 ± 0,35	202,65 ± 14,74	205,11 ± 5,89	205,40 ± 7,09
Olor	4,00 ± 1,20	5,00 ± 0,30	5,00 ± 0,40	5,00 ± 0,50
Sabor	4,00 ± 0,80	4,00 ± 0,60	5,00 ± 0,20	4,00 ± 0,50
Color	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Apariencia	5,00 ± 0,60	5,00 ± 0,60	5,00 ± 0,01	5,00 ± 0,06

Fuente: Este estudio. Resultados de los mejores tratamientos: T1: Zumo centrifugado (6400 rpm/60 s) – Pasteurizado (65 °C/15 min); T2: Zumo centrifugado (6400rpm/60 s); T3: Zumo centrifugado (6400rpm/60 s) – Pasteurizado (65 °C/15 min) – con Goma Xanthan 0,05 %; T4: Zumo centrifugado (6400rpm/60 s) – Pasteurizado (65 °C/15 min) – con Goma Xanthan 0,1 %.

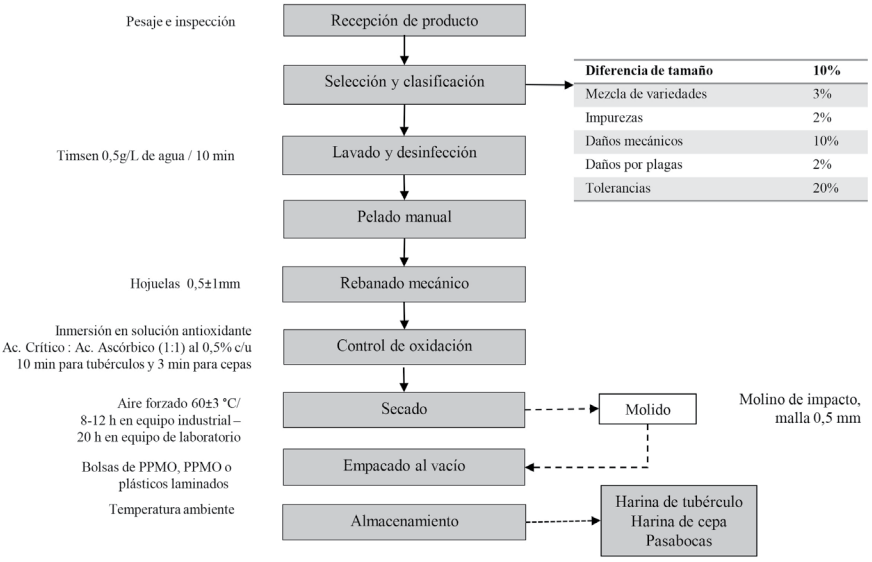
Productos agroindustriales derivados de la arracacha

La arracacha, raíz apta para la elaboración de productos alimentarios, no alimentarios y aditivos industriales, fue evaluada en hojuelas, harina y almidón, este último para obtención de biopolímeros. Inicialmente se evidenció que las condiciones del proceso y edad fisiológica de cosecha entre 8 y 14 meses afectan entre 1 y 3 % el rendimiento de los procesados. Su valoración fisicoquímica puso de manifiesto principalmente un pH con tendencia al descenso, sólidos solubles totales (SST) que incrementan su concentración hasta los 12 meses de siembra e incidencia del ciclo vegetativo prolongado (14 meses) sobre el aumento de fibrosidad, reducción de carbohidratos y almidones, contexto que afecta su calidad como materia prima industrial.

Tanto los pasabocas como la harina, por derivarse de la misma fuente y proceso (Figura 9.6), reportaron análisis funcionales y caracterización nutricional análogos. En la harina se reconoció influencia significativa de la edad fisiológica principalmente en la Capacidad de Retención de Agua (CRA),

Poder de Hinchamiento (PH) y Capacidad de Absorción de Grasa (CAG); donde CRA, parámetro importante de uso industrial por tener implicaciones en la viscosidad, consistencia, volumen y textura final (Niba, Bokanga, Jackson, Schlimme, & Li, 2001; Rangel-Martínez, Rincón-Lara, Vázquez-Galindo, & Rodríguez-Pérez, 2016; Tharise, Julianti, & Nurminah, 2014).

Figura 9.6. Proceso de obtención de harinas y pasabocas a base de arracacha



Fuente: Este estudio

El PH atributo por considerar durante la estimación del grado de absorción de agua del granulo de almidón contenido en la harina (Julianti, Rusmarilin, & Yusraini, 2017) mostró incremento a la par con el aumento de la edad de siembra. Por su parte, la Capacidad de absorción de grasa (CAG), no reportó diferencias significativas por efecto de la edad de la arracacha y dejó en evidencia la naturaleza mayoritariamente hidrofílica de la harina, indicativo importante de la capacidad de retención de sabor, gusto y palatabilidad en procesados (Julianti *et al.*, 2017).

Entre tanto, la solubilidad propiedad principalmente asociada a la capacidad de disolución en agua y factor crítico en la capacidad de emulsificación y formación de espuma al momento de combinarse con ingredientes proteicos de matrices alimentarias (Raikos, Neacsu, Russell, & Duthie, 2016) presentó tan solo descenso en la harina proveniente de arracacha con 14 meses de siembra y reveló diferencias significativas frente a la harina a base de cepa, situación que puso en evidencia valores significativamente mayores de CRA, solubilidad y PH en la harina a base del nabo. En general, los parámetros evaluados permiten inferir un potencial uso de la harina de arracacha como ingrediente funcional complementario o sustituto de harinas convencionales.

Es importante indicar que la edad de cosecha, prácticas culturales de productores, tecnología de rallado, tiempos de sedimentación, entre otros, son factores de alta incidencia en el rendimiento de almidón de arracacha, el cual no compite por volumen con el almidón proveniente de yuca, papa o maíz, sino por sus propiedades reológicas. Algunos componentes nutricionales evaluados en este polisacárido indican que parámetros como la humedad, materia seca, cenizas totales y la mayor parte de los minerales tienden a mantenerse estables con el desarrollo fenológico, mientras el extracto etéreo y fibra total registran tendencia al incremento entre los 8 y 12 meses de siembra.

Así mismo, al considerar su funcionalidad tecnológica y potencial uso industrial como agente espesante, gelificante, estabilizante, modificador de textura y consistencia, el almidón de arracacha está influido significativamente por el estadio fenológico de la raíz, hecho que evidencia que los mayores valores en los índices de absorción de agua (IAA) y Poder de Hinchamiento (PH) fueron arrojados por los almidones de 8 y 12 meses de edad, mientras la máxima Temperatura de Gelatinización (TG) se obtuvo a los 12 meses de edad. El almidón obtenido demostró ser útil como espesante y por ende puede ser empleado en la elaboración de salsas y compotas.

Para el caso particular de interés centrado en la obtención de un biopolímero, el almidón fue combinado con ácido poliláctico (PLA), regulador de las propiedades mecánicas y de sensibilidad a la humedad, y glicerol como plastificante para evitar el agrietamiento durante la manipulación y almacenamiento de la película flexible, la cual fue obtenida en forma tubular en extrusor de tornillo simple con una relación de compresión 5:1, velocidad

de tornillo de 45 rpm y soplado con abertura de 70 μm para obtener un espesor de película superior a 0,1mm.

El material biodegradable obtenido durante los primeros días de almacenamiento, aumentó la resistencia a la tensión mientras disminuyó su propiedad de elongación por medio de pequeñas cristalizaciones. Este comportamiento es atribuible a un reordenamiento en las cadenas de amilosa y amilopectina y liberación de algunas moléculas del plastificante. Se resalta en este caso, la importancia que reviste un buen balance longitudinal y transversal entre tensión y elongación, pues de ello depende la resistencia del material.

En general el efecto del plastificante y propiedades del almidón que en condiciones normales aumentan la densidad de la matriz, incidieron en la energía cohesiva del biopolímero creando posiblemente una red sólida de enlaces de hidrógeno que redujeron el paso de oxígeno e incidieron en la temperatura de transición vítrea (Gaudin, Lourdin, Forssell, & Colonna, 2000), ocasionando el efecto de rigidización durante el envejecimiento. La cohesión entre almidón + PLA + Glicerol durante el proceso de extrusión permitió obtener un material biodegradable de baja permeabilidad al oxígeno, opaco, de traslucidez y resistencia media que podría ser empleado en la elaboración de bolsas biodegradables de capacidad baja a media en función del espesor de película, para ser empleadas como empaque de productos frágiles, vaporosos y ligeros con bajo contenido de humedad.

Exploración de oportunidades de mercado

Los prototipos de materias primas intermedias para alimentos obtenidos a escala de laboratorio fueron sometidos a evaluación de potenciales consumidores con el fin de valorar preliminarmente su conveniencia para la producción a escala industrial y con destino la agroindustria de alimentos (Tabla 9.8).

Tabla 9.8. Alternativas desarrolladas con I+D para la agroindustria hortofrutícola en el Tolima

Cultivo	Demanda del mercado	Tipo	Alternativas agroindustriales desarrolladas	
			Materia primas obtenidas con I+D	Producto final valorado
Mango	En fresco, jugo, conservas, pulpas, deshidratados	• Convencional • Convencional • No convencional	• Productos mínimamente procesados • Deshidratado en polvo • Laminado	1. Pasabocas 2. Bebida refrescante 3. Confitería de chocolates
Mora	En fresco, jugo, conservas, pulpas, deshidratados	• Convencional • No convencional	• Deshidratado en polvo	4. Bebida refrescante 5. Repostería
Lima	En fresco, zumos, aceites esenciales, cáscara confitada	• Convencional • No convencional	• Zumo estabilizado • Deshidratado en polvo	6. Bebida refrescante 7. Repostería
Arracacha	En fresco, harinas, almidones	• Convencional	• Almidón • Harina del tubérculo • Chips o pasabocas	8. Bebida refrescante

Fuente: Adaptado a partir de Valenzuela *et al.,* 2016

Método de consulta

Al tomar como guía metodológica algunos estudios propuestos en la literatura para analizar el potencial de los prototipos alimenticios generados en el marco de un proceso de desarrollo de nuevos productos (Lalor *et al.,* 2011; Lawless & Heymann, 2010; Martínez *et al.,* 2002), se recurrió a las pruebas sensoriales y de consulta de mercado para cada uno de los ocho resultados obtenidos a nivel de laboratorio (Tabla 9.8), en cuatro grupos focales de interés. Los sujetos que conformaron los grupos focales fueron elegidos a conveniencia o por autoselección, considerando que debían obedecer al perfil deseado y tener disponibilidad para asistir a las sesiones programadas (Tabla 9.9).

Tabla 9.9. Grupos focales organizados para la aplicación de las pruebas

Grupo	Integrantes	#	Perfil de los integrantes
A	• Adultos	12	• Personal del equipo técnico del Convenio 1032
B	• Jóvenes	18	• Estudiantes universitarios entre 17 y 26 años de edad
C	• Empresarios del sector alimentos	12	• Personas vinculadas al sector de comidas y restaurantes en la ciudad capital, con vinculación de gerentes o administradores de negocio
D	• Expertos/chefs en el sector alimentos	17	• Personas vinculadas al sector de comidas y restaurantes en la ciudad capital, con vinculación de chefs, panaderos o cocineros

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

El instrumento de consulta utilizado correspondió a un diseño semiestructurado con aplicación asistida, conformado con un total de 12 preguntas para cada uno de los ocho prototipos desarrollados, que fueron objeto de valoración por parte de cada panelista, en los siguientes aspectos: *Características organolépticas (sabor, aroma, textura, color) y Potencial comercial (probabilidad de compra, potencial de venta).* En total se procesaron 472 cuestionarios (59 consultados, 8 prototipos evaluados), con la ayuda de la herramienta informática de Excel, para la preparación de los datos y el análisis estadístico de los mismos.

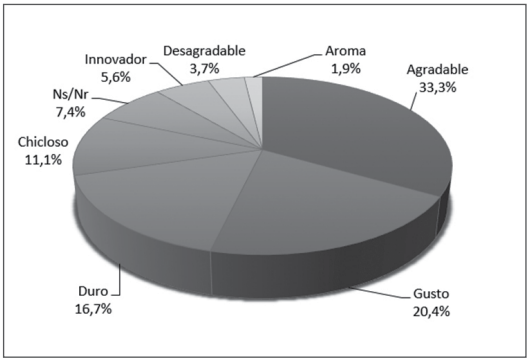
Resultados de la consulta

Los resultados se presentan a continuación, a partir del análisis consolidado de las respuestas obtenidas en los cuatro grupos focales, en las dos dimensiones de interés: características organolépticas y potencial comercial.

- *Análisis de las características organolépticas*

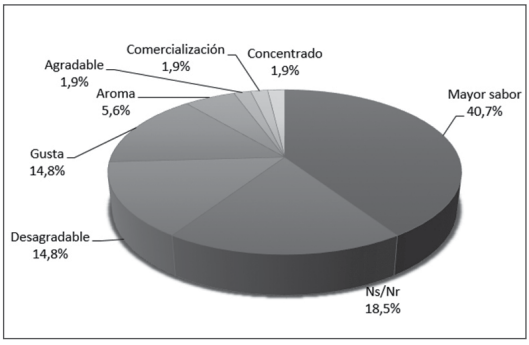
Una vez desarrolladas las pruebas del producto final conteniendo las materias primas intermedias desarrolladas (P1-P9), se evaluó la percepción de los consultados, respecto a las características organolépticas de los mismos (Figura 9.7a-h).

Figura 9.7a. Percepción para P1 - Pasabocas de mango en trozos



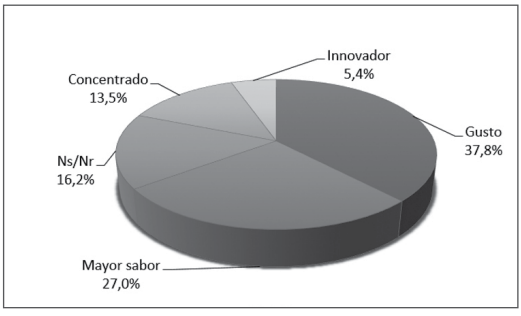
Un 33,3 % de los encuestados lo percibió de agradable sabor al probar las características de la materia prima (snack de mango). Si bien a un 20,4 % les gustó su sabor, el 16,7 % percibió como duro el producto y un 11,1 % sintió una consistencia chiclosa. Tan solo el 3,7 % encontró desagradable su sabor y textura, y solo un 1,9 % consideró agradable su aroma.

Figura 9.7b. Percepción para P2 - Bebida fresca de mango



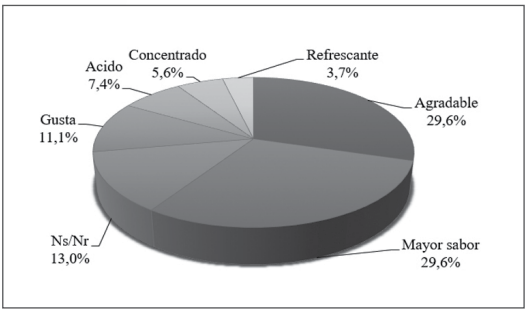
Un 40,7 % de los encuestados percibió de mayor sabor al probar las características de la materia prima (mango en polvo) utilizada para realizar la bebida, y si bien el 14,8 % lo percibió de buen sabor, en esa misma proporción lo percibió con desagradable sabor. Tan solo el 5,6 % encontró su aroma agradable y el 1,9 % considera que es concentrado su sabor.

Figura 9.7c. Percepción para P3 - Trufa de chocolate con gel de mango



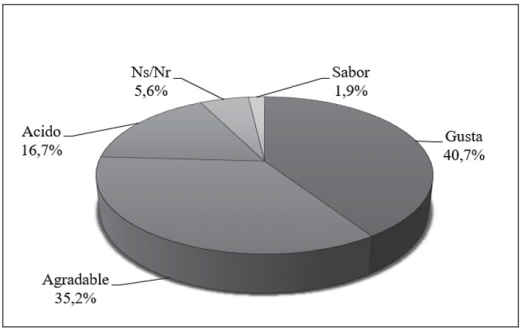
Al 37,8 % de los encuestados les gustó las características de la materia prima (laminado de mango) utilizada para realizar la trufa, un 27 % percibió que su sabor se realza y es mayor al momento de probarla, el 13,5 % la percibió con sabor concentrado y casi similar al natural.

Figura 9.7d. Percepción para P4 - Jugo de mora



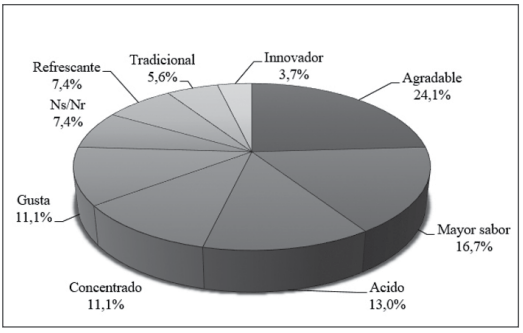
El 29,6 % de los encuestados percibió una sensación agradable al probar las características de la materia prima (mora en polvo) utilizada para realizar el jugo de mora, un 29,6 % percibió que su sabor se realza, un 7,4 % percibió su sabor ácido y el restante del 3,7 % la identificó como refrescante.

Figura 9.7e. Percepción para P5 - Galleta con mermelada de mora



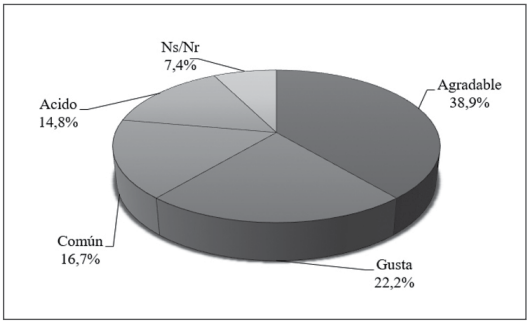
Al 40,7 % de los encuestados les gustó las características de la materia prima (mora en polvo) utilizada para realizar la galleta con mermelada de mora, un 35,2 % les agradó al probarla, un 16,7 % les pareció que queda un poco ácida, y para cerca del 2 % de los consultados, el sabor de la materia prima utilizada se mantiene en el producto ya horneado.

Figura 9.7f. Percepción para P6 -Bebida fresca de Lima



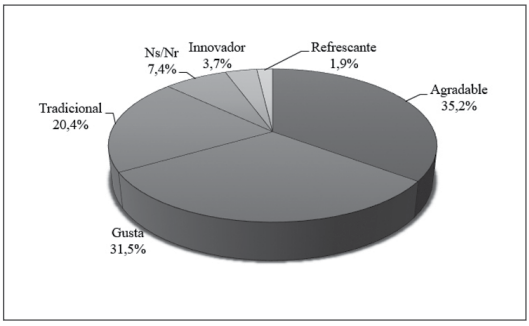
Un 24,1 % de los encuestados percibió como agradables las características de la materia prima (lima en polvo) utilizada para realizar la limonada de lima, el 16,7 % percibió que su sabor se realza y es mayor al momento de probarla, mientras que 13 % percibió su sabor como ácido. El 11,1 % la percibió rica y solo el 5,6 % la percibió con las características propias de la bebida tradicional.

Figura 9.7g. Percepción para P7 - Torta de lima



Un 38,9 % de los encuestados percibió como agradable al probar las características de la materia prima (lima en polvo) utilizada para realizar la torta de lima, un 22,2 % percibió que les gusta su sabor, un 16,7 % que su sabor es común, el 14,8 % la percibió acida al consumir, un 7,4 % de los encuestados no sabe no responde.

Figura 9.7h. Percepción para P8 - Bebida refrescante de arracacha



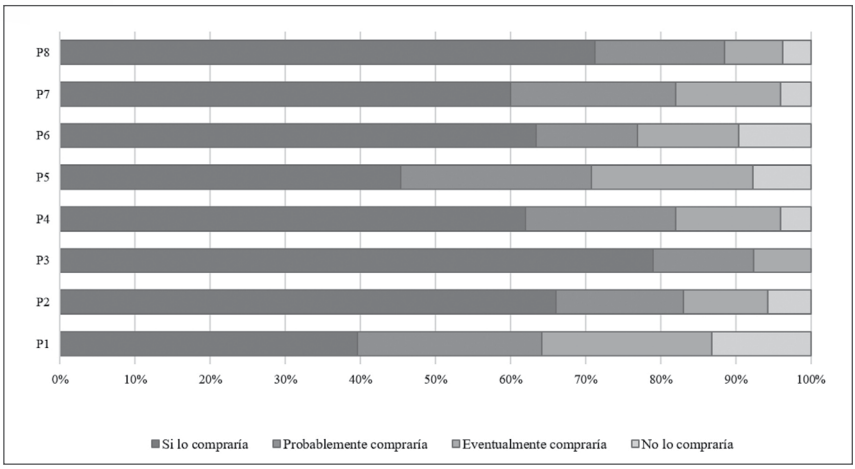
Se evidencia que el 35,2 % de los encuestados les agrada la materia prima (harina de arracacha) utilizada para realizar bebida; por otro lado un 31,5 % les gustó al probarla, un 20,4 % le pareció que guarda las características de una bebida tradicional y solo un 3,7 % opinó que contiene una materia prima innovadora.

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Análisis del potencial comercial

Ante la consulta de cuál sería la probabilidad de compra, de estar disponible en el mercado, la consulta a los grupos focales evidenció, en general, que hay potencial de mercado para todos los prototipos agroalimenticios evaluados. Como se evidencia en la Figura 9.8, las respuestas a cada producto fueron muy variadas para cada prototipo de producto consultado, considerando la escala de valoración a cuatro posibles niveles: *si, quizás, eventualmente o no lo compraría*. De los ocho prototipos valorados, si estos estuviesen disponibles en el mercado, se destacan por una alta probabilidad de compra los productos P_3 y P_1, mientras que los productos P_1 y P_5 no resultan prometedores en términos de mercado, ante una baja proporción de consultados a favor de su adquisición.

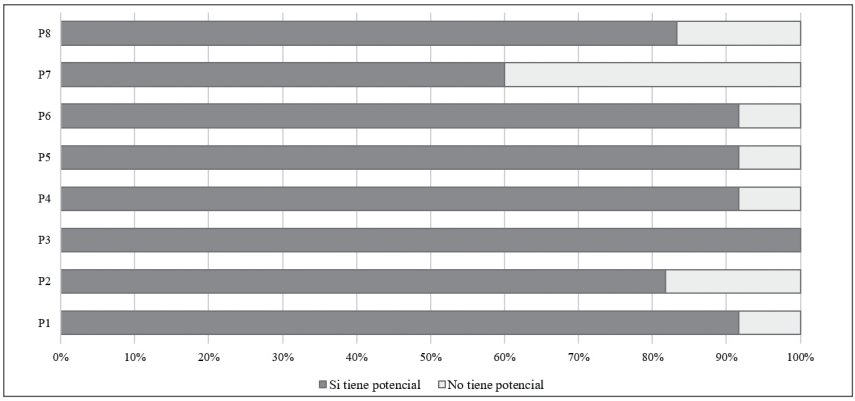
Figura 9.8. Participación comparada de la probabilidad de compra de cada prototipo



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

De igual manera se complementó la consulta a los participantes, respecto del pote*ncial de aceptación en el mercado.* Como se evidencia en la Figura 9.9, siete de los ocho prototipos desarrollados para consulta, presentan consenso en los grupos focales: estos tienen alto potencial de aceptación. Solo el prototipo P7 se diferencia del resto, con una opinión dividida entre la presencia o ausencia de potencial.

Figura 9.9. Participación comparada del potencial de mercado para cada prototipo



Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

El análisis sensorial llevado a cabo para cada producto, corrobora su utilidad y evidencia un generalizado agrado por parte de los panelistas, de las características organolépticas que presentan los prototipos desarrollados a nivel de laboratorio. Los grupos consultados no mostraron marcado desagrado con el olor, sabor y aroma en siete de los ocho prototipos puestos a consulta. Se distingue de estos, los *snacks* a partir de mango deshidratado de mango (P_1), cuyo olor no resultó agradable para algunos panelistas, y esto en buena parte obedeció a ciertos problemas de conservación de estas muestras en particular.

Por otro lado, la mirada conjunta de los resultados obtenidos en el análisis del potencial comercial, revela que los productos de mayor aceptación son la harina de arracacha (P8) considerada un producto que puede ser de varios usos y fácil comercialización, la mora en polvo (P_4) es un producto que no pierde su naturalidad y su aplicabilidad permitiría ser comercializado y potencializado en mercados como materia prima intermedia para la realización de diferentes productos en sectores gastronómicos y hoteleros. Otro de los productos más aceptados con un porcentaje del 100 % es el laminado de mango (P_3) como producto innovador y de fácil aplicabilidad.

Finalmente, es importante indicar la aceptación positiva generalizada de los prototipos por parte de los integrantes de cada grupo encuestado, hecho que se refleja a la vez, en la generalizada alta probabilidad de compra de los mismos. Lo anterior permite suponer que los prototipos desarrollados, una vez superada la prueba de análisis de viabilidad financiera, podrían pasar a la fase industrial que dé lugar a emprender un eslabonamiento de valor para estas agrocadenas del Tolima, hasta llegar a constituirse en nuevos productos agroindustriales que son materias primas intermedias en procesos industriales de valor final, para el consumidor con destino a sectores como el gastronómico y el hotelero.

Conclusión

Los resultados obtenidos a través de esta exploración agroindustrial evidencian diversas alternativas de generación de valor y oferta para productos hortofrutícolas representativos del Tolima, poniendo de manifiesto que este renglón productivo no solo ha tenido una evolución industrial importante

frente a la diversificación de productos sino al aprovechamiento de coproductos con frecuencia considerados contaminantes. La agroindustria de frutas y hortalizas, hasta ahora promovida en el Departamento como una actividad productiva simple y poco lucrativa, representa una alternativa de desarrollo empresarial con diversidad de opciones para el desarrollo de nuevos productos con los que se puede garantizar calidad, inocuidad, precio, trazabilidad, presentación y sostenibilidad del ecosistema.

Referencias

Acosta, A., & Blanco, C. (2013). *Obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su evaluación como posibles alternativas en la industria colombiana*. Recuperado de http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/522/1/ obtencion y caracterizaion de almidones nativos colombianos para su evaluacion como posibles alterntivas en la industria alimentaria.pdf.

Agronet. (2014). *Estadísticas agrícolas de Colombia.* Recuperado de http://www.agronet.gov.co.

Alvarado, J. R., & Moreno, L. A. (2012). *Acuerdo de competitividad – Cadena productiva del mango en Colombia, Bogotá, D.C.* Recuperado de https://sioc.minagricultura.gov.co/Mango/Documentos/004 - Documentos Competitividad Cadena/004 – D.C. - Acuerdo Competitividad Cadena Mango.pdf.

Arenas, O. A. (2015). Análisis y propuesta de alternativas de mejoramiento para la cadena logística de productos hortofrutícolas en el Tolima. Caso aplicado a Ibagué y su zona de influencia. Trabajo de Grado, Maestría en Gestión Industrial, Universidad de Ibagué.

Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Gómez, P., & Artés, F. (2009). Productos vegetales mínimamente procesados o de la "cuarta gama. *Horticultura Internacional, 69,* 52–57.

ATC. (2013). Bondades del limón. Asociación Tucumana del Citrus, Noticiero N° 78 (abr), 21.

Ayala, L. C. (2011). Efecto del empleo de atmósferas modificadas sobre parámetros de calidad en mora de castilla (Rubus glaucus Benth). Proyecto de Investigación Cod.

P-2010-0612, Universidad del Tolima, Ibagué.

Ayala, L.C., Valenzuela, C. P., & Bohóquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 11* (2), 10–18.

Azcón-Bieito, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de fisiología vegetal* (1st ed,), Madrid: McGraw-Hill.

Babbar, N., Oberoi, H. S., & Sandhu, S. K. (2015). Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55* (3), 319–337, http://doi.org/10.1080/10408398.2011.653734.

Beltrán, A. E., Alvarez, Y., Xavier, F. E., Hernanz, R., Rodriguez, J., Nuñez, A. J., & Salaices, M. (2004). Vascular effects of the Mangifera indica L. extract (Vimang). *European Journal of Pharmacology*, *499* (3), 297–305. http://doi.org/10.1016/j.ejphar.2004.07.073.

Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M., & Bertelli, D. (2004). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. *Food Chemistry and Toxicology, 69* (3), 164–169.

Bohórquez, E. & Ramírez, J. (2013). Diseño y elaboración de películas comestibles a partir de almidón de arracacha (Arracacia xanthorrhiza). Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad INCCA de Colombia, Bogotá D.C.

Bravo-Quintana, A. P. (2009). *Alimentación y nutrición con cultivos andinos*. Lima: San Marcos.

Camacho, G., & Romero, G. (1996). *Obtención y conservación de pulpas de mora, guanábana, lulo y mango*, Bogotá, D.C.: ICTA, Universidad Nacional de Colombia.

Carrera, A., Mark, D., & Gil, R. (2008). Algunas características físicas y químicas de frutos de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado Monagas. *Agronomía Tropical, 58* (1), 27–30.

Ceballos-Escobar, D. F. (2010). Evaluación del Manejo Poscosecha en el Proceso Agroindustrial de la Hacienda Trigueros y Capitanes Dedicada a La Actividad de Cítricos. Municipio de Girón Santander. Corporación Universitaria Lasallista. Retrieved from http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/575/1/

Evaluacion_del_manejo _poscosecha _agroindustrial.pdf

Cerquera, N. E. (2006). *Determinación de variables de secado y diseño de un prototipo para deshidratación de pulpa de fruta en lámina* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Corpoica & Pronatta. (2003). *Concepción de un modelo agroindustrial rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de achira (Canna edulis), arracacha (Arracacia xanthorriza) y ñame (Dioscorea sp,).* Bogotá, D.C.: Corpoica y Pronatta.

Deng, G., Shen, C., Xu, X., Kuang, R., Guo, Y., Zeng, L. S., & Li, H. B. (2012). Potential of fruit wastes as natural resources of bioactive compounds. *International Journal of Molecular Sciences, 13* (7), 8308–8323, http://doi.org/10.3390/ijms13078308.

DNP - Departamento Nacional de Planeación (2016). *Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia. Estudio de la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas. Bogotá, D.C.* Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia.pdf.

Dorado, D., Grajales, L. C., & Rojas, L. R. (2015). Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida tahití Citrus latifolia Tanaka (Rutaceae). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 16* (1), 87–93.

Dufour, D., Hurtado, J., & Wheatley, C. (1996). Characterization of starches from noncereal crops cultivated in tropical América: Comparative analyses of starch behavior under different stress conditions. En: International Symposium on Cassava Starch and Starch Derivatives (p, 23), Nanning, China, nov 11-15.

Escobar, C. (2010). Con la Cadena de la mora renace el optimismo en el cultivo. *Revista de la Asociación Hortofrutícola de Colombia-Asohofrucol, 14* (oct-nov), 16–18.

Gancel, A., Feneuil, A., Acosta, O., Mercedes, A., & Vaillant, F. (2011). Impact of industrial processing and storage on major polyphenols and the antioxidant capacity of tropical highland blackberry (Rubus adenotrichus). *Food Research International, 44* (7), 2243-2251. http://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.06.013.

García L. J., Sandoval, A. P., Forero, F., Floriano, J. A., Salamanca, G., Bernal E. J. A., & Gómez, G. (2010). *Atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria, Colombia, Espinal - Tolima: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*

– *Corpoica.* Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Salamanca_Grosso/publication/236343213_Atributos_de_Calidad_del_mango_criollo_para_la_agroindustria/links/00463517cb171b77bb000000/Atributos-de-Calidad-del-mango-criollo-para-la-agroindustria.pdf.

Gaudin, S., Lourdin, D., Forssell, P. M., & Colonna, P. (2000). Antiplasticisation and oxygen permeability of starch – sorbitol films. *Carbohydrate Polymers, 43* (1), 33–37.

Geerkens, C. H., Nagel, A., Just, K. M., Miller-Rostek, P., Kammerer, D. R., Schweiggert, R. M., & Carle, R. (2015). Mango pectin quality as influenced by cultivar, ripeness, peel particle size, blanching, drying, and irradiation. *Food Hydrocolloids, 51* (oct), 241-251. http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.05.022.

Guerrero-Rivera, A. L., & Campos-Campos, M. E. (2014). *Estimación teórica del proceso de transformación del mango (manguifera indica) y aprovechamiento de sus subproductos en los municipios de Chicoral, Espinal y Gualanday, Departamento del Tolima. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD*. Recuperado de http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/2483/1/65771806.pdf.

Hurtado, J., Ortiz, R., Rodríguez, G., & Dufour, D. (1997). Procesamiento de la arracacha (Arracacha xanthorriza): Estudio de la factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y sus propiedades fisicoquímicas. *Seminario técnico sobre raíces y tubérculos autóctonos*. Ibagué, Colombia. Recuperado de http://agritrop.cirad.fr/389810/

Hernández, J., & Fernández, S. B. (2013). Actividad antioxidante, análisis sensorial y microbiológico de láminas flexibles de mango (Mangifera indica L,). *Scientia Agroalimentaria, 1*, 26–32.

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2018a). Frutas Frescas, Lima tahití, Especificaciones. NTC 4087 (1997). Bogotá, D.C. Recuperado de http://www.icontec.org.

ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2018b). Frutas Frescas, Mora de castilla. Especifícaciones. NTC 4106 (1997). Bogotá, D.C. Recuperado de http://www.incontec.org

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 427. Frutas frescas. Mora. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 2 427 (2009). Ecuador.

Izli, N., Yıldız, G., Ünal, H., Isık, E., & Uylaser, V. (2014). Effect of different drying methods on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of goldenberry (Physalis peruviana L.). *International Journal of Food Science and Technology*, *49* (1), 9-17.

Jahurul, M. H. A., Zaidul, I. S. M., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Nyam, K. L., Norulaini, N. A. N., & Mohd Omar, A.K. (2015). Mango (Mangifera indica L,) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry, 183* (sep), 173–180. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046.

Julianti, E., Rusmarilin, H., & Yusraini, E. (2017). Functional and rheological properties of composite flour from sweet potato, maize, soybean and xanthan gum. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16* (2), 171–177. http://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.05.005.

Kulkarni, A. P., Policegoudra, R. S., & Aradhya, S. M. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of sapota (Achras sapota Linn,) fruit. *Journal of Food Biochemistry, 31* (3), 399–414. http://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2007.00122.x.

Laboratorio de Análisis Industrial Universidad del Valle. (2016). Profrutales. Retrieved June 21, 2016, from www.profrutales.com

Lalor, F., Madden, C., Mckenzie, K., Y Wall, P. G. (2011). Health claims on foodstuffs: A focus group study of consumer attitudes. *Journal of Functional Foods, 3* (1), 56-59.

Lawless, H., & Heyman, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices.* 2nd ed. New York: Springer.

Lee, S., Sungryong, K., YeSeuk, P., & Yongtae, P. (2007). Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. *Technovation, 27* (8), 433–445.

Machado, S., Queiroz, J. H., Lopes, M. E., Campos, F. M., & Pinheiro, H. M. (2007). Antioxidant in mango (Mangifera indica L.) pulp. Plant Foods for Human Nutrition, 62(1), 13-17. http://dx.doi.org/10.1007/ s11130-006-0035-3. PMid:17243011.

Martínez, C., Santa Cruz, M, Hough, G. y M. Vega. (2002). Preference mapping of cracker type biscuits. *Food Quality and Preference, 13* (7–8), 535-544.

MADR – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2005). *La Cadena de Cítricos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica (1991-2005). Bogotá,*

D.C. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co

MADR, DANE & SIPSA. (2013). *El cultivo de la mora de Castilla (Rubus glucus Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana. Boletín Mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, 1–6.* Recuperado de https://www.dane.gov.co/

Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I Review of 97 bioavailability studies1-3. *The American Journal of Clinical Nutrition, 81* (1), 230S-242S.

Márquez, C. C. (2004). Deshidratación de mora (Rubus glaucus B,) por convección forzada para producción de aromáticas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Marín, D., Alcocer, M., Salazar, N., & Bernal, J. F. (2011). Calidad de la harina de arracacha (Arracacia xanthorriza Bancroft) a partir del método de secado por conducción. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 2* (1), 23-28.

Méndez-Arteaga, J. J., Robles-Oviedo, C. J., Orjuela-Garzón, W. A., Santofimio-Varón, T., & Cardona, E.A. (2013). Estudio de vigilancia tecnológica en frutos promisorios (mango, aguacate, café y chachafruto) para la industria cosmética y de aseo en el departamento del Tolima – Colombia (1st ed,). Ibagué: Universidad del Tolima, http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4239.9208.

Mertz, C., Cheynier, V., Günata, Z., & Brat, P. (2007). Analysis of Phenolic Compounds in Two Blackberry Species (Rubus glaucus and Rubus adenotrichus) by High-Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detection and Electrospray Ion Trap Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55* (21), 8616-8624.

Niba, L. L., Bokanga, M. M., Jackson, F. L., Schlimme, D. S., & Li, B. W. (2001). Physicochemical Properties and Starch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot Esculenta (Cassava) Genotypes. *Journal of Food Science, 67* (5), 1701-1705.

NIIR – Board of Consultants & Engineers. (2016). *The complete technology book on processing, dehydration, canning, preservation of fruits & vegetables, (N.P.C. Services, Ed.)* (3rd ed.), New Delhi: NIIR Project Consultancy Services.

Noguer, M., Cerezo, A. B., Moyá, M. L., Troncoso, A. M., & García, M. C. (2014). Synergism effect between phenolic metabolites and endogenous antioxidants in terms of antioxidant activity. *Advances in Chemical Engineering and Science, 4*, 258-265. http://doi.org/10.4236/aces.2014.42029.

O'Shea, N., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies, 16* (oct), 1–10. http://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.06.002.

Pareek, S., Paliwal, R., & Mukherjee, S. (2011). Effect of juice extraction methods and processing temperature-time on juice quality of Nagpur mandarin (Citrus reticulata Blanco) during storage. *Journal of Food Science and Technology*, *48* (2), 197–203. http://doi.org/10.1007/s13197-010-0154-6.

Portillo, A. M. & Delgado, R. E. (2011). *Primer catálogo de diez especies de semillas nativas y tradicionales de la Región Andino Amazónica del Suroccidente Colombiano, Pasto: Red de Guardianes de Semillas de Vida de Colombia.* Recuperado de http://colombia.redsemillas.org/wp-content/uploads/2013/01/cartilla-catalogaci+n-de-semillas-para-pdf-1.pdf.

Rababah, T. M., Al-mahasneh, M. A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M. N., & Al-u, M. (2011). Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 91* (6), 1096–1102. http://doi.org/10.1002/jsfa.4289.

Raikos, V., Neacsu, M., Russell, W., & Duthie, G. (2016). Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. *Food Science & Nutrition, 2* (6), 802-810. http://doi.org/10.1002/fsn3.143.

Ramírez, R., Qujada, O., Castellano, G., Burgos, M. E., Camacho, R., & Marín, C. (2010). Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (Mangifera indica L,) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 10* (2), 65-72.

Rangel-Martínez, N. C., Rincón-Lara, V. H., Vázquez-Galindo, J., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2016). Caracterización de las Propiedades Funcionales de la Harina de la Semilla de Parota (Enterolobium cyclocarpum). *Investigación y Desarrollo en*

Ciencia y Tecnología de Alimentos Familia, 1 (1), 64-69.

Reyes, M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (8th ed,). Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.

Rodríguez, G., García, H. R., Camacho, J., Arias, F., & De la Torre, F. (2000). La Harina de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) - Manual técnico para su elaboración. Corpoica y Pronatta.

Rojas, D., & Barreto, P. (2016). Diagnóstico de competitividad del sector productor de arracacha, Caso municipio de Boyacá (Colombia) 2014. *Apuntes del CENES, 35* (62), 245-278.

Ruíz, M. del P., Urueña, M. A., & Martínez, J. (2009). Situación Actual y Perspectivas del Mercado de la Mora. Bogotá, D.C.: USAID, Programa MIDAS / Acción Social. Retrieved from http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Mora_Lite.pdf

Salamanca, G., Forero, F., García, J., Díaz, C., & Salazar, B. (2007). Avances en la caracterización, conservación y procesamiento del mango (Mangifera indica L,) en Colombia. *Revista Tumbaga, 2* (1), 57-64.

Scalzo, R. L. (2008). Organic acids influence on DPPH Å scavenging by ascorbic acid. *Food Chemistry, 107* (1), 40–43. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.070.

Shah, K. A., Patel, M. B., Patel, R. J., & Parmar, P. K. (2010). Mangifera Indica (Mango). Pharmacognosy *Reviews, 4* (7), 42–48. http://doi.org/10.4103/0973-7847.65325.

Silva, M. A.; Sobral, P. J. A.; Kieckbusch, T.G. (2006). State diagrams of freeze-dried camu-camu (myrciaria dubia (hbk) mc vaugh) pulp with and without maltodextrin addition. Journal of Food Engineering, v. 77, p. 426-432.

Soto, E., García, N., Vergara, R., Ettiene, G., Pérez, E., Sandoval, L., & Bracho, B. (2015). Características físicas y químicas de frutos de mango (Mangifera indica L,), variedad Tommy Atkins, según madurez y sistemas de manejo. *Revista Facultad de Agronomía* LUZ, *32*, 476-494.

Soto, M., Acosta, O., & Velázquez, C. (2010). Compuestos bioactivos de frutas tropicales con énfasis en polifenoles y antioxidantes de la mora (Rubus adenotrichus) de Costa Rica. *10° Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ACTA y*

XVI Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Alaccta. Bogotá, D.C.

Tharise, N., Julianti, E., & Nurminah, M. (2014). Evaluation of physico-chemical and functional properties of composite flour from cassava, rice, potato, soybean and xanthan gum as alternative of wheat flour. *International Food Research Journal, 21* (4), 1641-1649.

Tharanathan, R. N., Yashoda, H. M., & Prabha, T. N. (2006). Mango (Mangifera indica L). "The King of Fruits"— An Overview. *Food Reviews International, 22* (2), 95-123.

Tamanna, N., & Mahmood, N. (2015). Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. *International Journal of Food Science,* Article ID 526762, 1-6. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2015/526762.

Torres-León, C., Rojas, R., Contreras-Esquivel, J. C., Serna-Cock, L., Belmares-Cerda, R. E., & Aguilar, C. N. (2016). Mango seed: Functional and nutritional properties. *Trends in Food Science & Technology, 55* (sep), 109-117.

Uçan, F., Akyildiz, A., & Erdal, A. (2014). Effects of Different Enzymes and Concentrations in the Production of Clarified Lemon Juice. *Journal of Food Processing,* Article ID 215854, 1-14. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/215854.

Valenzuela-Real, C.P., Bohórquez-Pérez, Y., Bermeo-Andrade, H.P. & Sánchez-Riaño, A.M. (2016). Exploración de redes de valor para productos hortofrutícolas representativos de la región Tolima – Colombia. III Congreso Internacional en Investigación e Innovación en Ciencia y Tecnología de Alimentos – IICTA 2016, noviembre de 2016 - Bogotá D.C.

Vanegas, P., & Parra-Conorado, A. (2011). Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de secador dinámico para la obtención de pulpas de frutas deshidratadas laminadas. *Ingeniería e Investigación, 31* (1), 163-170.

Varzakas, T., Zakynthinos, G., & Verpoort, F. (2016). Plant Food Residues as a Source of Nutraceuticals and Functional Foods. *Foods, 5* (4), 1-32. http://doi.org/10.3390/foods5040088.

10. Exploración de rutas para la innovación en zonas productoras de hoja de cachaco en el Tolima[17]

Helga Patricia Bermeo-Andrade, Claudia Patricia Valenzuela Real, Yanneth Bohórquez Pérez, Andrea Milena Sánchez-Riaño, Justhy Meliza Moreno Henao, Claudia Patricia Rondón Poloche.

Introducción

El sector agropecuario tiene especial importancia para la economía colombiana, no solo por su aporte al PIB nacional y a la oferta exportadora, sino también, por su contribución a la generación de empleo en las zonas rurales del país; así lo confirman los indicadores del DANE, que revelan para el año 2013 una participación del sector agropecuario del 6,2 % PIB; del 24 % en el total de las exportaciones; y del 16,9 % en el total de empleo registrado en el país, con una ocupación del 62,6 % de mano de obra en áreas rurales (Finagro, 2014; MINCIT, 2014).

Dentro del sector agrícola las frutas y hortalizas se destacan por su diversidad fisicoquímica, sensorial, valor nutricional y poder benéfico para la salud por su alto contenido de compuestos funcionales. Con frecuencia, su comercialización especialmente en fresco, sin pasar por el eslabón agroindustrial, conlleva al desaprovechamiento de algunos de sus componentes estructurales y nutraceuticos con potencial comercial para la generación de productos de mayor valor agregado (Fellows, 2004; Procolombia, 2016; Ramos, Miller, Brandao, Teixeira, & Silva, 2013).

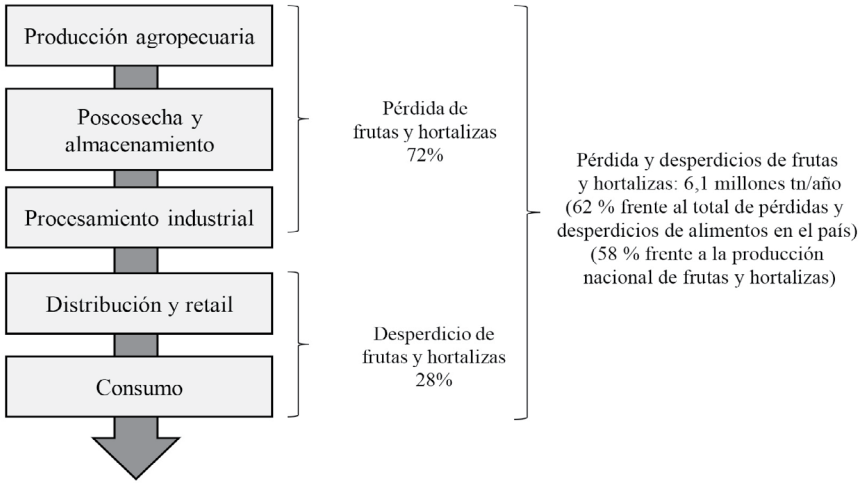
La preocupación por la comercialización mayoritaria en fresco de productos agrícolas como las frutas y verduras, surge de los altos niveles de pérdidas y desperdicios de producto que se reportan a nivel nacional e incluso a nivel mundial. En reciente estudio presentado por la FAO, las pérdidas de alimentos en fresco en la etapa de poscosecha pueden alcanzar un rango entre

[17] Artículo presentado en versión inicial, como ponencia en el Congreso COGESTEC2016, Bucaramanga (Col).

un 2 % a 30 %, dependiendo del tipo de producto y de la región productora. Se estima que entre el 40 % y 50 % de la producción mundial de raíces, frutas y hortalizas se pierde, por ineficiencias en el manejo poscosecha y comercialización, siendo Latinoamérica y África las zonas con mayores déficits en estas etapas de la cadena de suministro de productos en fresco (FAO, 2012, 2014b).

Esta situación se torna particularmente crítica ante la creciente demanda de alimentos proveniente de países altamente poblados como China, India y Brasil, que precisan tener seguridad alimentaria para su normal desarrollo y evolución (FAO, 2014a; OCDE/FAO, 2013). Para el caso colombiano, el reciente estudio realizado por el DNP a escala nacional y siguiendo la metodología de la FAO (DNP, 2016), revela que se pierden y desperdician cerca de 9,76 millones de toneladas de alimentos en el país, equivalentes al 34 % frente al total producido. De esta cifra, cerca de 6,1 millones de toneladas corresponden a frutas y verduras (Figura 10.1).

Figura 10.1. Panorama de las pérdidas y desperdicios anuales de frutas & verduras en Colombia

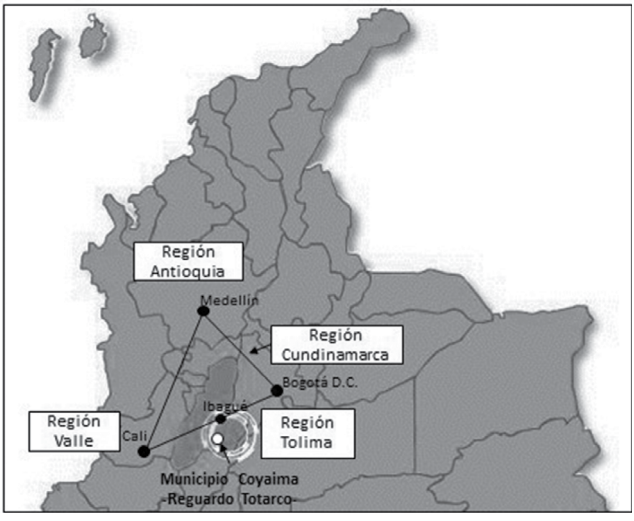


Fuente: Este estudio basado en informe del DNP (DNP, 2016)

Realidad inherente a los productos hortofrutícolas, que se acentúa en la medida que sean más o menos delicados e inicien su transito desde las fincas productoras y pasen por la cadena alimentaria hasta su comercialización final en deficientes condiciones de empaque, irregulares vías de transporte, inadecuados medios de movilización y deficientes prácticas de manipulación. Todas estas condiciones distan de las metodologías internacionalmente recomendadas para el manejo de de estos productos en fresco (Ahmad & Siddiqui, 2015; Florkowski, Shewfelt, Brueckner & Prussia, 2014).

El Tolima es una de las principales zonas productoras de frutas y hortalizas en Colombia, con cerca de 50 mil hectáreas sembradas, equivalente a la posición novena en la participación nacional por regiones (Asohofrucol, 2015). Gracias a que se geolocaliza estratégicamente frente a los principales centros de consumo del país (Figura 10.2), la región opera como un proveedor clave para la canasta familiar, destacando su aporte en la oferta de un alto volumen de cereales, café, frutas y hortalizas. En cuanto a las frutas se destaca su producción anual de aguacate, mango y limón tahití; y en hortalizas sobresale la producción anual de arracacha, plátano y cachaco.

Figura 10.2. Geolocalización del Tolima y la zona productora de cachaco en el Tolima: Totarco-Coyaima, frente a los tres principales centros urbanos de Colombia



Fuente: Este estudio

Un caso particular se configura al sur del Tolima con la producción intensiva del cultivo de cachaco[18], también conocido como *pelipita,* que como cultivo es aprovechado para dos propósitos en Colombia: i) la obtención del fruto de cachaco, que se usa como ingrediente en la preparación de sopas tradicionales, y como materia prima para la industria de harinas y almidones ii) la obtención de la hoja de cultivo de cachaco, que se utiliza como empaque natural en la agroindustria de alimentos procesados, en especial, para la envoltura de comidas típicas (Fotos 10.1 y Foto 10.2)

Foto 10.1. Usos comunes del fruto y la hoja del cachaco

Fuente: Foto de acceso abierto disponible en la Internet.

Foto 10.2. Uso de la hoja de cachaco como envoltura de alimentos típicos colombianos

Fuente: Foto de acceso abierto disponible en la Internet.

Según estadísticas del MADR, el Tolima es el gran productor a nivel nacional de cachaco, el cual proviene principalmente de los municipios de Natagaima y Coyaima, con 1.306 hectáreas sembradas, equivalentes a una producción de 6.917 toneladas (Agronet, 2014). El producto que mayoritariamente se comercializa en esta zona son las hojas de cachaco, que una vez pasan por su etapa de recolección, soasado o suavizado, apilado y empacado, se arman en rollos que son transportados al punto de acopio para su posterior distribución y comercialización (Foto 10.3 y 10.4).

[18] un fruto similar al plátano, más pequeño, clasificado dentro de los plátanos de cocción y taxonómicamente perteneciente a la familia de las *musaceas,* subfamilia *musoideae,* género *musa,* sección *eumusa*, híbrido triploíde o clon ABB genéticamente derivado de las especies *Musa acuminata* (A) y *Musa balbisiana* (B)) (Belalcázar, Valencia, & Lozada, 1992

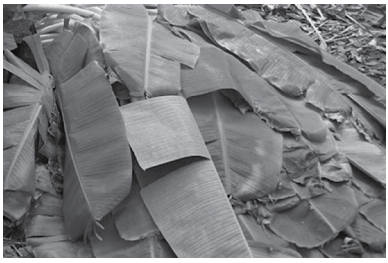
Foto 10.3. Presentación de las hojas para comercialización

Fuente: Este estudio

Foto 10.4. Transporte de los rollos hacia procesadores en las grandes ciudades

Fuente: Este estudio

Foto 10.5. Daños en la zona de cultivo



Fuente: Este estudio

Foto 10.6. Daños en la zona de comercialización

Fuente: Este estudio

Como se pudo evidenciar en visitas de zona, la labor de beneficio y manejo logístico de la hoja hasta su comercialización primaria se realiza manual, sin procedimientos estandarizados, con base en la tradición y sin mayor cuidado en prevenir la contaminación del producto. Estas deficientes prácticas se reflejan en la mezcla de material bueno con defectuoso, en daños físicos en las hojas por exceso de manipulación durante el transporte desde la finca (generalmente mulas), o por apilamiento en las zonas de acopio y comercializacion (Foto 10.5 y Foto 10.6).

Estas características de *no calidad* impiden que este producto logre llegar a mercados más especializados o de cocina gourmet, donde hay interés por ellos y voluntad de reconocer hasta cuatro veces el valor actual que se paga por rollos de 50 puestos en las zonas de cultivo. De esta manera, las comunidades indígenas se ven supeditadas a las fuerzas de oferta/demanda del mercado y a la presencia de intermediarios, de forma que el pago que logran comercialmente, apenas si cubre sus costos de producción, dejándoles muy poco margen para su sustento familiar. Esta circunstancia se agudiza si se analizan aspectos socioeconómicos y ambientales asociados a esta actividad productiva.

En términos socioeconómicos, esta actividad económica es clave para el municipio de Coyaima. Población que para el año 2014 reportó una tasa de desempleo del 64,70 %, un indice de pobreza extrema de 42,45 % y una tasa de mortalidad infantil del 35,37 % (Gobernación del Tolima & Universidad de Ibagué, 2015). Para el año 2013, se estimó un total de 960 familias dependientes de esta actividad informal (Sogamoso, 2016).

Por otro lado, el manejo de este cultivo genera una alta carga ambiental si se tiene en cuenta que su práctica postcosecha conlleva la quema de material vegetal como combustible, genera bióxido de carbono que aporta en el efecto invernadero del ambiente y contribuye a la degradación de las zonas de cultivo en la medida que degrada el suelo. Aspectos no desligables de los riesgos que representa para la salud de los productores, la exposición a altas temperaturas e inhalación de gases durante el soasado.

Para atender esta problemática y buscar alternativas de cambio para la región y el subsector agrícola, se han propuesto varias iniciativas en el Tolima, entre ellas, la puesta en marcha del proyecto de ciencia y tecnología: Diseño e implementación de un modelo logístico como base para la integración de valor de la Cadena Hortofrutícola del Tolima (Convenio 1032 - 2013), que acoge los resultados del diagnóstico realizado al cultivo de cachaco y presenta este proyecto, para el cultivo del cachaco, y presenta las propuestas hasta ahora exploradas para el mejoramiento de este subsector productivo y su cadena de valor en busca de generar "innovación social de base tecnológica y catalítica".

En este contexto, la innovación social se entiende como aquella que tiene el fin central de proveer bienestar a la comunidad, buscar soluciones

que atienden/resuelven problemas sentidos y desatendidos que afectan a muchas personas o comunidades, en campos tan diversos como la educación, demografía, ecología, economía, política, finanzas (Osburg & Schimdpeter, 2013). La interpretación de base tecnológica aplica en la medida en que la intervención que se pretende para esta comunidad indígena, se apoya en tecnologías modernas para transformar sus formas de producción sin alterar sus tradiciones ni costumbres. La búsqueda del bien común, por encima del bien particular de algunos de sus miembros, hace que la exploración e ideación de soluciones considere a la comunidad como un todo.

En este sentido, se indagaron alternativas que dieran lugar a las denominadas innovaciones catalíticas, es decir, aquellas que siendo de naturaleza disruptiva, se destacan por ser simples, convenientes y menos costosas que sus equivalentes o potenciales sustitutas para el consumidor final, de manera que el cambio social sea el objetivo primario (Christensen, Baumann, Ruggles & Sadtler, 2006).

Metodología

Para el caso particular del Cachaco se recurre a las metodologías de Pensamiento de Diseño (PD) *Desing thinking*, Mapeo de Rutas (MR) *Roadmapping* y Redes de Valor (RV) *Value Chain,* para abordar la problemática analizada y explorar soluciones para la mejora y la innovación. El PD permitió la búsqueda de soluciones a las problemáticas identificadas en la zona, con enfoque multidisciplinar y ambiente colaborativo (Curedale, 2013). Al seguir las etapas propias del PD —inspiración, ideación e implementación— (Brown & Wyatt, 2010) se exploró iteradamente entre el espacio del problema y el espacio de la solución, para llegar a la ideación de alternativas de mejora que conduzcan a soluciones u oportunidades de cambio, útiles, eficientes y efectivas en su implementación.

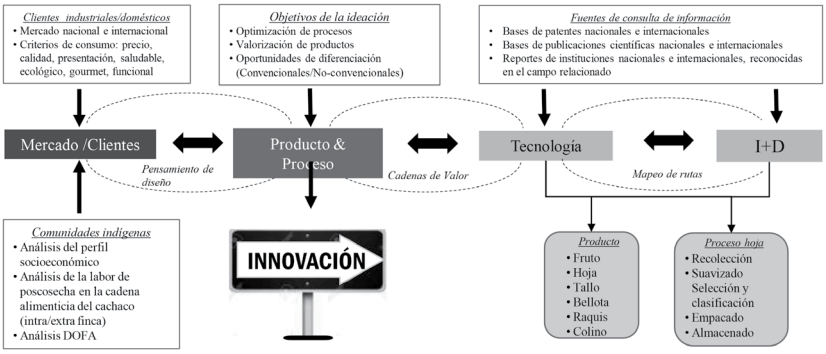
Por su parte, el MR se usó de manera complementaria para el reconocimiento de las posibles trayectorias tecnológicas. En particular se aplicó para identificar el abanico de posibilidades para el aprovechamiento integral del cultivo del cachaco, siguiendo el modelo propuesto para innovación orientada por el mercado (Lee, Yoon, Lee & Park, 2009), e incorporando el concepto de agronegocios propio de las redes de valor RV, en el marco de economías

direccionadas por las necesidades del consumidor de productos diferenciados (Sumaya, Sánchez, Torres & García, 2012; UNIDO, 2009).

Para efectos del presente estudio el RV se incorporó tomando como enfoque los requerimientos actuales del consumidor en materia de productos alimenticios procesados (convencionales y no convencionales), como un complemento del MR para la identificación y planteamiento de posibilidades de aprovechamiento agroindustrial integral para el cultivo de cachaco. En la Figura 10.3 se detalla el plan metodológico general abordado para la búsqueda de mejoras e innovación social en el cultivo del cachaco del sur del Tolima, un subsector agrícola de tradición, localizado en zona con rezago tecnológico y bajo nivel de desarrollo socioeconómico.

La información de base que se tuvo en cuenta para el reconocimiento de las prácticas y problemáticas presentes en la labor de poscosecha en el cultivo del cachaco, fue la resultante de la fase de diagnóstico del proyecto Convenio 1032-2013, lograda con la información provista por 112 productores de hoja de cachaco del sur del Tolima, que fueron consultados por entrevista directa durante junio-julio de 2015. Los resultados de estas consultas, previo tratamiento estadístico de los datos en el software SPSS y el análisis con la matriz DAFO, evidenciaron las áreas problemáticas en poscosecha que motivaron la búsqueda de soluciones integrales, ecoeficientes e innovadoras. La exploración se complementó con herramientas de búsqueda especializada en bases de literatura científica (Publindex, Redalyc, Scielo, Science direct y Scopus) y patentes (Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia-SIC, WIPO, CIPO, SIPO, USPTO y KIPRIS).

Figura 10.3. Plan metodológico general abordado



Fuente: Este estudio

Resultados

La consulta realizada facilitó en primera instancia la contextualización de base, conformada por el perfil socioeconómico de las comunidades y las zonas dedicadas al cultivo del cachaco, y más específicamente, el perfil logístico de la labor de poscosecha del fruto y la hoja. En segunda instancia, se adelanta la etapa de ideación de alternativas para el aprovechamiento integral de este cultivo. A continuación, se resumen algunos hallazgos socioeconómicos y de manejo del producto que se proyectan mejorar a través de propuestas de innovación, valor agregado y mejoramiento tecnológico.

Contexto de la problemática

- *Perfil socioeconómico de la zona de cultivo*

La población dedicada al cultivo de cachaco proviene de extracción indígena descendiente de los Pijao, su sistema de producción es manejado bajo el esquema comunitario, desarrollado por las mingas o ayudas mutuas entre familias o vecinos, cuando de laborar en el cultivo se trata. Sus cultivos son de pancoger y autoconsumo, observándose deficiente manejo tecnológico tanto en el cultivo como en el manejo poscosecha de la hoja y del fruto de cachaco.

La organización social se presenta mediante cabildos y resguardos indígenas; la primera constituye una figura política y la segunda es la materialización de esa figura mediante el otorgamiento de tierras de carácter colectivo, por parte del Ministerio de Gobierno Nacional (Acevedo, 2015). En la zona de estudio existen 7.540 predios y la propiedad se encuentra altamente concentrada, toda vez que un 81,7 % de los predios son de tamaño pequeño, es decir, menores a 5 hectáreas (Ángel, 2010), que de modo general viven en condiciones de marginación social con 78,08 % de necesidades básicas insatisfechas (NBI) en la zona rural y un índice de pobreza multidimensional del 85,76 % de la población (DANE, 2011).

- *Perfil y dinámicas del mercado del cachaco*

Si se toma como referencia las variedades de plátano para cocción, el mercado mundial de este producto indica que es el cuarto cultivo en

importancia del mundo, por ser considerado alimento básico de la canasta familiar especialmente en África y América Latina (Ciro & Miranda, 2014). El plátano tiene una alta aceptación en estado fresco, congelado, harinas o como *snacks* – frito en mercados como Estados Unidos y Europa (SIOC, 2016). Compañías como Pepsico, Procter & Gamble (P&G), Provianda, Nutrilistos Ltda, Yupi, Vitaplátano y Kopla, entre otras, producen y comercializan estos productos.

Situación diferente ocurre con el mercado de clones del plátano, como el cachaco, este es aún muy incipiente y solo tiene alcance nacional. La comercialización del fruto casi en su totalidad es en fresco, con la venta de racimos a precios que no compensan muchas veces, los costos de producción y transporte. Como alternativa a este mercado, ha surgido el acondicionamiento y venta de hoja de cachaco para empleo como bioempaque de producto étnicos, autóctonos y gourmet. Producto que si bien a nivel internacional en países como México, Costa Rica y Peru, es de manejo tecnificado y corresponde a un producto debidamente acondicionado y estandarizado que se mueve en cadena de frio hasta el su sitios de consumo en los mercados de EE.UU. y Europa, en el Tolima aun requiere de grandes mejoras para acceder a mercados especializados y de exportación.

En el caso colombiano, el producto que se comercializa a partir de la hoja de plátano o del cachaco, es poco tecnificado pero su demanda está bien establecida en las grandes ciudades. En lo relacionado con el cachaco, se comercializan rollos de su hoja que mayoritariamente provienen del sur del Tolima, con destino principalmente a la ciudad de Bogotá, Neiva y municipios del Tolima, para su uso como empaque natural en la producción de tamales, quesillos, envueltos y dulces (Tabla 10.1).

Tabla 10.1. Estructura del mercado de la hoja del cachaco en Colombia

Mercado	Cliente			Referentes
		Volumen	Presentación	
Industrial	Almacenes de gran superficie	Aprox. 27 t/semana	Rollos por 50 puestos Rollos para minitamales o hayacas	(Portafolio, 2012)
	Plaza de mercado Paloquemao – Bogotá (95 %)	200 y 270 t/semana	Rollos por 50 puestos laminas sin venas	(Acevedo, 2015)
	Plazas de mercado Neiva e Ibagué (5 %)	7 - 12 t/semana	Rollos x 50 puestos laminas sin venas	(Trujillo, 2013)
Doméstico	Productores de quesillo y bizcochuelos de Castilla y Guamo	No definido	No definido	
	Comunidad indígena	No definido	No definido	

Fuente: Este estudio

Características de la cosecha y poscosecha de la hoja de cachaco

- La planta genera hojas para comercialización a partir de los ocho meses de siembra, que se deben cosechar dejando mínimo tres hojas por planta cercanas al cogollo.
- Los criterios para determinar la calidad de la hoja son apariencia, color, tamaño y peso.
- Los puntos criticos que afectan la calidad y contaminación de la hoja son el momento de cosecha, acopio, enrollado, y transporte a puntos de consumo.
- Existe un bajo nivel de aplicación de buenas prácticas agrícolas, aunque se evidenció algún grado de preocupación por la calidad del producto y el control de riesgos químicos.

- Se hace uso intensivo de leña como combustible para el soasado o suavizado de la hoja.
- No son usuales las prácticas de limpieza y desinfección en zonas de beneficio de la hoja.
- No hay apropiadas condiciones almacenamiento de las hojas, en las unidades productivas agrícolas como en los puntos de acopio.
- No hay sistema de trazabilidad del producto a lo largo de su cadena alimenticia.
- La hoja se comercializa en forma de plancha, bolo y rollos. Los rollos de 50 puestos y peso entre 15-17 libras, es la presentación más empleada para la comercialización a mayoristas.
- La comercialización de la hoja de cachaco tiene lugar dos días a la semana desde el Centro de producción en Totarco-Dinde con destino principal a Bogotá (95 %). En un día de mercado se movilizan vía terrestre cerca de 10 a 12 camiones con 200-270 toneladas con destino a la reventa en Bogotá (Acevedo, 2015; Sogamoso, 2016).
- El precio de venta de los rollos oscila entre 6 y 10 mil pesos en tiempo de cosecha, y puede incluso duplicarse el valor, en los periodos de escasez de producto (Sogamoso, 2016).

Características de la labor de poscosecha del fruto del cachaco

- Se tiene en cuenta la floración, así como la presencia de 5 a 6 hojas por planta, como los criterios para elegir el momento de cosecha.
- Los criterios que determinan la calidad del fruto son grado de madurez, tamaño y color.
- La planta inicia producción a los doce meses, sin embargo por falta de control en el número de hijos adjuntos a la planta madre, la calidad de los racimos se ve afectada a través del tiempo.
- El producto es comercializado en racimos o aprovechado para autoconsumo maduro, crudo, frito, en sancocho, envueltos, arepas, insulsos, patacones, sopas, viudos y coladas.

- No hay sistema de trazabilidad del producto a lo largo de su cadena alimenticia.
- La única alternativa generadora de valor implementada en la zona, es la obtención de harina a partir del fruto de la planta.

Ideación de alternativas para la innovación en producto

Las deficiencias en el manejo poscosecha del cultivo del cachaco en el sur del Tolima, trae consigo la necesidad de mejorar las condiciones de vida de esta comunidad de productores, a través de propuestas dinamizadoras que redunden en nuevos o mejorados productos que respondan a los requerimientos del mercado y retornen mayor utilidad económica y social.

A partir de la consulta realizada, se evidenció que son amplias las posibilidades de innovación en producto para el cultivo del cachaco a partir de lo investigado para la familia de las *Musáceas*, estas van desde el aprovechamiento del fruto, hasta el aprovechamiento integral de los componentes centrales de la planta como la hoja, el vástago, la bellota, el colino, el raquis. Como se indica en la Tabla 10.2, las posibilidades de innovación se distinguen entre productos considerados convencionales (C) y no convencionales (NC), dependiendo del grado de novedad comercial y tecnológica que estos incorporen.

Al igual que las publicaciones científicas, en las patentes se vislumbran posibilidades de aprovechamiento agroindustrial del cultivo de cachaco, con opción de ser apropiadas y transferidas en el corto y mediano plazo, para integrar nuevas cadenas productivas en la región Tolima. En la Tabla 10.3, se relacionan un total de 30 patentes vinculantes a la obtención de productos derivados de las *Musáceas*. De estas, tan solo la patente registrada en Colombia con el número SIC-A23L 1/0 es de aplicación específica en cachaco (clon Musa ABB). De manera general, las patentes consultadas reportan posibilidades de obtención de productos intermedios o finales con destinos a industrias como la alimentaria, farmacéutica, cosmética, entre otras. En cuanto a los países de registro de estos avances tecnológicos se destacan: China, Korea, Japón, España, Francia, Estados Unidos, Canadá y Colombia. Para el caso colombiano se hallan en total diez patentes registradas que hacen referencia a desarrollos tecnológicos de *Musáceas.*

Tabla 10.2. Alternativas para la innovación en producto a partir de referentes científicos

Parte de la planta	Alternativas agroindustriales		
	Tipo	Alternativa	Referentes de Ciencia y Tecnología
Fruto	C	• Producto mínimamente procesado • Fruto deshidratado • Harinas • Almidones • Chips/Snacks • Mermelada y jalea	• (Bico, Raposo, Morais, & Morais, 2009; Del Nobile, Licciardello, Scrocco, Muratore, & Zappa, 2007) • (Somsong *et al.,* 2015) • (Espitia-Pérez, Pardo-Plaza, & Montalvo-Puente, 2013) • (Lopera-Cardona, S. *et al.,* 2016) • (Lucas *et al.,* 2013), Lucas-Aguirre, J. *et al.,* 2016) • (Adeniji, Tenkouano, Ezurike, Ariyo, & Vroh-Bi, 2010) • Hoyos-Leiva, J. *et al.,* 2016) • (Abiodun-Solanke & Falade, 2011)
	NC	• Biomaterial a partir de la celulosa de la cáscara • Espumas • Bioetanol a partir de la cáscara • Compuestos bioactivos • Zumo • Nanofibras de celulosa • Fibra de cáscara • Licor o vino • Láminas de pulpa en conserva • Pectina de la cáscara • Ácido acético • Ácido Cítrico • Helados	• (Khawas, Das, & Deka, 2016) • (Gutiérrez & Alvarez, 2017) • (Vargas-Torres, A. et al., 2017) • (Itelima, Onwuliri, Onwuliri, Onyimba, & Oforji, 2013) • (Pereira & Maraschin, 2015; Vilela et al., 2014) • (Bai, Yuan, Du, Zhang, & Yang, 2013) • (Tibolla, Pelissari, & Menegalli, 2014) • (Ihueze, C. et al., 2017) • (Alarcòn, López, & Restrepo, 2013) • (Adeniji et al., 2010) • (Abiodun-Solanke & Falade, 2011) • (Vasquez, Ruesga, Daddosio, Páez, & Marín, 2008) • (Konate et al., 2015) • (Velásquez, Beltrán, Padilla, & Giraldo, 2010) • (Yangılar, 2015)
Hoja	C	• Bioempaques/ biomateriales • Alimento para animales • Fertilizante orgánico • Medicamento analgésico	• (Abiodun-Solanke & Falade, 2011) • (Marín, Carías, Cioccia, & Hevia, 2003) • (Abiodun-Solanke & Falade, 2011; Acevedo, 2015) • (García, A. et al., 2014)
	NC	• Fibras • Cosméticos	• (Alvarez, Rojas, Rojano, & Ganán, 2015) • (Sampath, Bhowmik, Duraivel, & Umadevi, 2012)

Continuación Tabla 10.2

Parte de la planta	Alternativas agroindustriales		
	Tipo	Alternativa	Referentes de Ciencia y Tecnología
Pseudotallo o Vástago	C	• Abonos orgánicos • Alimento para animales	• (Abiodun-Solanke & Falade, 2011) • (Abiodun-Solanke & Falade, 2011)
	NC	• Harinas • Biomateriales/ Bioempaques • Aplicación en tejidos • Licor tánico • Papel y fibras de celulosa • Fibras • Compuestos bioactivos • Aglomerados • Insumos medicinales • Bioetanol	• (Ho, Tan, Abdul Aziz, & Bhat, 2015) • (Abiodun-Solanke & Falade, 2011) • (Santos, Chiquilín, Ricse, Escudero, & Zavaleta, 2013) • (Restrepo, Tobón, & Valencia, 2000) • (Li et al., 2015; Menese et al., 2010) • (Padam, Tin, Chye, & Abdullah, 2014) • (Padam, Tin, Chye, & Abdullah, 2014) • (Maldonado et al., 2013) • (Sampath et al., 2012) • (Carranza & Alvarado, 2012)

Fuente: Este estudio a partir de consulta especializada

Tabla 10.3. Alternativas para la innovación en producto a partir de referentes tecnológicos

Posibilidad de mercado	Producto	Número de publicación. Inventores (fecha)
Industria Alimentaria	Ingredientes funcionales	• WO 2013001478 A1. Han, J.; Lamikanra, S., & Yang, J. (2016) • CN 104524198 A. Yaxiong, Z. (2015) • CN106615757A. Yualin, L. (2017)
	Harina	• A21D 13/4 AC. Franco, C. (2016)
	Jarabe azucarado	• C13K 1/0 AC. Ruiz, A.; Medina, V.; Mejía, M.; Hoyos, L.; Pérez, Y.; Herrera, S., & Bohórquez, C. (2008)
	Plátano en puré, plátano en polvo, galletas, *snacks*, cereales, bizcochos, batidos	• CN 1432293A. Guan, Z.; Wang, X., & Wang, J. (2003) • KR 1020130051920. Sang, L. (2013) • WO 2014 / 105468. Han, J. et al. (2014) • KR 1020100054772. Park, J.; Chun, S.; Park, J.; Lee, Y.; Kim, M.; Han, I. (2012) • A23L 1/217. Galvis, J. (2001) • WO03/15536. Arango, J., & Regina, L. (2013) • WO 2015/023935. Oviasu, T. (2015)
	Plátano pelado, escaldado y congelado	• WO2008082315 A2. Ferdinand, Y. (2008)
	Jugo	• WO 2003 / 099043. Escudier et al. (2003) • CN106616146A. Lun, L. Tongtong, L., & Xiaobo, F. (2017)
	Almidón	• US 5855688. Jaouad, F.; Yaw, J., & Chang, P. (1996) • C8B 30/4. Fichtali, J.; Yaw, O., & Chang, P. (1997)
	Vino	• CN 102924423 B. Yang, D. (2015)
	Vinagre	• CN 1491587 A. Zhao, C., & Zhang, X. (2004)
	Té	• CN106260236A. Quan, H. (2017)
Industria Farmacéutica	Extractos naturales	• EP 1596810 B1. Rhodes, J. (2008) • WO 2011 / 018700. Medasani, M. (2011) • KR 1020150131658. Hsiang-Ling, S., & Yung-Hsiang; L. (2015)
	Fibra Fibra soluble	• EP 2033652 B1; Rhodes, J. (2012) • EP 2371374 A1; Rhodes, J. (2011)
	Antocianinas	• CN 102924423 B. Yang, et al. (2014)
	Taninos	• EP 1576892 A1. Gabaldon, A. (2005)
	Lecitina	• WO 2011130145 A1. Markovitz, et al. (2011)

Continuación Tabla 10.3

Posibilidad de mercado	Producto	Número de publicación. Inventores (fecha)
Industria cosmética	Hidratantes, humectantes, tratamiento para el envejecimiento de la piel	• JP 2001 -226219ª. Mitsuharu, O Michimasa, H. (2001) • KR 1020130051095. Jeon, et al. (2013) • KR 10-2015-0070866. Kim, J. (2015)
	Acondicionador para el cabello	• KR 1020140046019. Jeon, J.; Son, S.; Cheon, J.; Park, S.; Kim, J., & Kim, D. (2015)
	Gel de baño	• CN106466290A. Haiquan, Y. (2017)
Industria empaques	Envoltura para tamal	• A23L 1/0. Ávila, A., & Castillo, R. (1998)
Otras industrias	Biofertilizante orgánico	• WO2013001478A1. Kolambe, *et al.* (2013)
	Papel crudo	• WO2006 / 029469. Azer, R. (2006)
	Artesanías	• D1F 2/0 AC. Jaramillo, J. (2013)
	Paño absorbente	• A61F 13/15 AC. Forero, C. (2008), • WO2015/0024454. Hondroulis, D., & Johnson, T. (2015)
	Fibras para absorción de hidrocarburos	• WO 2015/013074. Hondroulis, D., & Vacher, J. (2015)

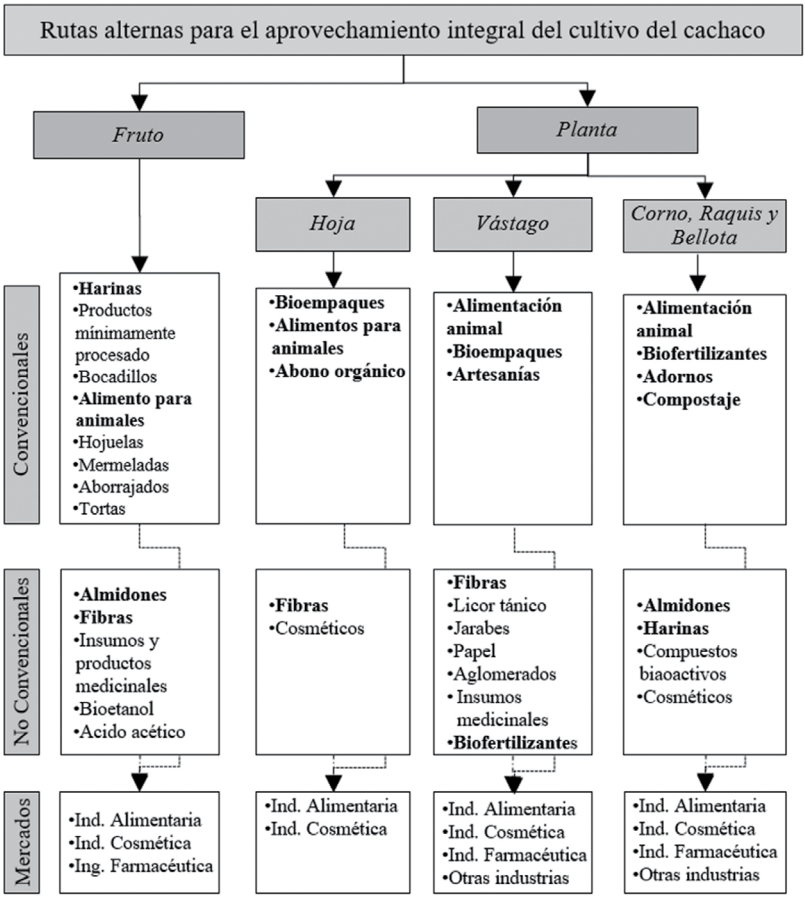
Fuente: Este estudio a partir de consulta especializada en sitios web
Nota: Referencias Tabla 10.3 disponibles para el lector por consulta al correo:

logihfruticunibague.edu.co.

Ideación de alternativas para el desarrollo agroindustrial y la innovación social

Teniendo en cuenta la información recopilada en torno al potencial agroindustrial que ofrecen las musáceas, a partir de los referentes científicos y tecnológicos consultados, para el caso particular del cultivo de cachaco, se puede plantear un amplio espectro de posibilidades que favorezcan su aprovechamiento integral (fruto, hoja y subproductos) y la generación de nuevas cadenas de valor. En la Figura 10.4 se muestra las diferentes alternativas para el aprovechamiento integral de la planta de cachaco, tanto en productos convencionales como no convencionales. Las oportunidades están presentes en diversas industrias y mercados, y constituyen dado su origen, en alternativas para la innovación tecnológica, nutracéutica y comercial en el sector.

Figura 10.4. Alternativas agroindustriales para el aprovechamiento integral del cachaco



Fuente: Este estudio

Si se tienen en cuenta las características físico-químicas del cachaco, tales como su contenido de materia seca y su contenido de amilosa, alternativas como su uso para la industria de *snacks* y frituras no resultan económica ni técnicamente viables, por el alto riesgo de penetración de aceite y el menor rendimiento en peso del producto terminado (Lucas, Quintero, Vasco & Mosquera, 2012). Por otro lado, la tendencia del fruto a endurecerse después de la cocción y durante el enfriamiento por efecto de la retrogradación que

puede sufrir el almidón, conlleva descartar su procesamiento en productos de quinta gama (precocidos – congelados). No obstante, la línea de productos mínimamente procesados (cachaco crudo, acondicionado, empacado al vacío o en atmósferas modificadas y refrigeradas), con destino a la elaboración de sopas, tortas, pasteles y envueltos, sí parece promisoria para la elaboración de harinas simples o mixtas y alimentos saludables, por sus efectos positivos sobre atributos de calidad como la textura (Quintero & Garcia, 2008). Igualmente, el cachaco, pese a su reducido contenido de carbohidratos, podría emplearse como materia prima en la elaboración de confituras (mermeladas, bocadillos, aborrajados, entre otros), así como en la obtención de fermentados (bioetanol, ácido acético, licor, entre otros).

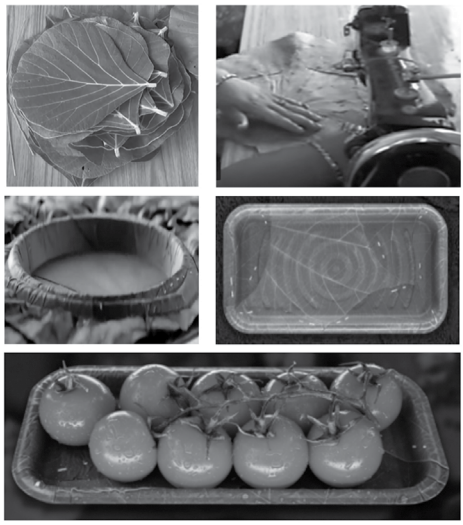
En cuanto al beneficio de la hoja de cachaco, las alternativas son igualmente promisorias y viables para la región. Más allá de su principal uso y demanda como material de empaque de alimentos minimamente procesados (Figura 10.5a), el llamado es la generación del proceso agroindustrial que permita la comercialización en fresco de la hoja, con las condiciones requeridas de calidad y presentación de producto que establecen las grandes cadenas minoristas. Por otro lado, a nivel internacional se plantean incluso procesos de mayor transformación de la hoja a través de procesos encadenados de manufactura que dan lugar a la elaboración de empaques biodegradables con alto valor agregado (Figura 10.5b, un caso de éxito que se reporta en la India con el aprovechamiento de las hojas de Siali).

También se reconocen alternativas para el uso de la hoja como fibra alimentaria y no alimentaria e insumo en la elaboración de cosméticos. En el caso de los subproductos del cultivo (pseudotallo o vástago, raquis, bellota y corno o colino), se identifican alternativas de uso que van desde deshidratados, almidones, fibras comestibles y no comestibles, abonos y plaguicidas orgánicos, todo estos representan oportunidades novedosas para el sector.

Figura 10.5a. Empaques de hojas de Plátano originarias de Costa Rica y comercializadas internacionalmente

Fuente: http://www.elsembrador.com

Figura 10.5b. Empaques a base de hojas de Siali originarios de la India y comercializados desde Alemania para Europa



Fuente: www.leaf-republic.com

Conclusiones

Una vez analizado el caso del cultivo del cachaco en el sur del Tolima, se puede concluir que se aprovecha desde el punto de vista agroindustrial en grado mínimo. En general este producto solo ha sido explotado de manera semiformal a través de la producción artesanal, oferta de bioempaques y venta de fruta fresca. Otras interesantes alternativas se vislumbran a partir del fruto y de los subproductos del cultivo como vástago, raquis, bellota y colino. Para las comunidades del Sur del Tolima es claro que el potencial a corto plazo está en la tecnificación de la labor de beneficio de la hoja de cachaco para atender las demandas de mercados especializados principalmente de la industria alimentaria.

En este sector, los factores diferenciadores (étnico, orgánico, ecológico, gourmet) aunados a los estándares de calidad (inocuidad, presentación, durabilidad y regularidad de oferta), son determinantes para establecer lazos comerciales sostenibles en el tiempo con grandes compradores. En este orden de ideas, a través del el Convenio 1032-2013 se dieron los primeros pasos en la búsqueda de alternativas tecnológicas para el mejoramiento y la innovación en el proceso de poscosecha de la hoja de cachaco.

Agradecimientos

Especial agradecimiento a la comunidad del resguardo indígena Totarco-Dinde, por sus aportes en la consulta de campo.

Referencias

Abiodun-Solanke, A., & Falade, K. (2011). A review of the uses and methods of processing banana and plantain (Musa spp.) into storable food products. *Journal of Agricultural Research and Development*, *9* (2), 85- 166. Doi: 10.4314/jard. v9i2.66815.

Acevedo, A. (2015). *Revaloración de las funciones múltiples de las agriculturas del campesinado como estrategia de resistencia y adaptación en la cuenca del río Guaguarco, sur del Tolima – Colombia.* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Adeniji, T. A., Tenkouano, A., Ezurike, J. N., Ariyo, C. O., & Vroh-Bi, I. (2010). Value-adding post harvest processing of cooking bananas (Musa spp. AAB and ABB genome groups). *African Journal of Biotechnology*, *9* (54), 9135-9141.

Agronet. (2014). *Estadísticas Agropecuarias colombianas.* Recuperado de http://www.agronet.gov.co

Ahmad, M. S., & Siddiqui, M. W. (2015). *Postharvest Quality Assurance of Fruits*. London: Springer.

Alarcón, M., López, J., & Restrepo, D. (2013). Caracterización de la Funcionalidad Tecnológica de una Fuente Rica en Fibra Dietaria Obtenida a partir de Cáscara de Plátano. *Revista Facultad Nacional de Agronomìa - Medellín*, *66* (1), 6959-6968.

Álvarez, C., Rojas, O. J., Rojano, B., & Ganán, P. (2015). Development of self-bonded fiberboards from fiber of leaf plantain: Effect of water and organic extractives removal. *BioResources*, *10* (1), 672-683.

Ángel, M. A. (2010). *Lineamientos para el Diseño y la Construcción de una Agenda de Desarrollo Territorial – A.D.T.- como Consecuencia de la Implementación de un Distrito de Riego como Base del Desarrollo Agroindustrial del Triángulo del Tolima* (Tesis de maestría en Mercadeo Agroindustrial), Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Asohofrucol. (2015). *Indicadores del Subsector Hortofrutícola*, 2010-2015. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/

Bai, Y., Yuan, G., Du, B., Zhang, Q., & Yang, G. (2013). Technology optimization for preparation of banana juice by combining composite enzymatic hydrolysis with high hydrostatic pressure. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, *29* (2), 273-279. Doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.02.037.

Belalcázar, S., Valencia, J., & Lozada, J. (1992). *El fruto y la planta. Enciclopedia Descubrir*. Tomo 2. Barcelos: Editorial Salvat.

Bico, S. L. S., Raposo, M. F. J., Morais, R. M. S. C., & Morais, A. M. M. B. (2009). Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control*, *20* (5), 508-514. Doi: 10.1016/j.foodcont.2008.07.017.

Botero, J., & Mazzeo, M. (2009). Obtención de harina de ráquis del plátano dominico hartón, y evaluación de su calidad con fines de industrialización. *Vector*, *4* (ene-dic), 83-94.

Brown, B. Y. T. I. M., & Wyatt, J. (2010). *Design Thinking for Social Innovation IDEO*. Recuperado de http://siteresources.worldbank.org/WBI/Resources/213798-1278955272198/Design_Thinking_for_SocialInnovation2.pdf

Carranza, D., & Alvarado, J. A. (2012). *Caracterización y pretratamiento de subproductos agroindustriales de arracacha (arracacia xanthorrhiza bancroft.) y plátano (Musa paradisiaca L.) para la obtención de bioetanol en el departamento del Tolima* (Trabajo de grado). Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad del Tolima.

Christensen, C. M., Baumann, H., Ruggles, R., & Sadtler, T. M. (2006). *Disruptive Innovaction fo Social Change*. Recuperado de http://impact.sva.edu/core/wp-content/uploads/2010/06/hbr-disruptive-innovation-for-social-change.pdf

Ciro, V. A., & Miranda, J. A. (2014). *Estrategias para el desarrollo sostenible y posicionamiento de la cadena productiva del pátano en el departamento de Arauca* (Trabajo de grado). Programa de Administración de Empresas, Universidad del Rosario.

Curedale, R. (2013). *Design Thinking: process and methods manual*. California EU: Design Community College Inc.

DANE. (2011). *Estadísticas Socio-económicas*. Recuperado de www.dane.gov.co

Del Nobile, M. A., Licciardello, F., Scrocco, C., Muratore, G., & Zappa, M. (2007). Design of plastic packages for minimally processed fruits. *Journal of Food Engineering*, *79* (1), 217-224. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.062.

DNP, D. N. de P. (2016). *Pérdida y desperdicio de alimentos en colombia. Estudio de la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas.* Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/P%C3%A9rdida%20y%20desperdicio%20de%20alimentos%20en%20colombia.pdf

Espitia-Pérez, P. J., Pardo-Plaza, Y. J., & Montalvo-Puente, A. P. (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades papocho y pelipita (Musa ABB Simmonds). *Acta Agronomica*, *62* (3), 189-195.

FAO. (2012). *Pérdida y desperdicio de alimentos en el mundo - alcance, causas y prevenciones*. Recuperado de http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf

FAO. (2014a). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2014*. Recuperado de http://www.fao.org/3/a-i4018s.pdf

FAO. (2014b). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Recuperado de http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf

Fellows, P. (2004). Small-scale Fruit and Vegetable Production methods, equipment Small-scale Fruit and Vegetable. *United Nations Industrial Development Organization*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.

FINAGRO, F. para el financiamiento del sector A. (2014). *Perspectiva del sector agropecuario colombiano*. Recuperado de https://www.finagro.com.co/

Florkowski, W. J., Shewfelt, R. L., Brueckner, B., & Prussia, S. E. (2014). *Postharvest Handling a Systems Approach*. (W. J. Florkowski, R. L. Shewfelt, B. Brueckner, & S. E. Prussia, Eds.) (Third). London: Elsevier Inc.

Gañán, P., Zuluaga, R., Restrepo, A., Labidi, J., & Mondragon, I. (2008). Plantain fibre bundles isolated from Colombian agro-industrial residues. *Bioresource Technology*, *99* (3), 486-491. Doi: 10.1016j.biortech.2007.01.012.

García, A., López, M., Morejón, Z., Boucourt, E., Victoria, M., Martínez, I., … (2014). Validación preclínica de actividad analgésica periférica y central de la decocción de hojas frescas de Persea americana Mill. (aguacate) y Musa x paradisiaca L. (plátano). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, *19 (3),* 225-234.

Gobernación del Tolima & Universidad de Ibagué. (2015). *Estadísticas 2011 - 2014. Coyaima*: Gobernación del Tolima.

Gutiérrez, T., & Alvarez, V. (2017). Eco-friendly films prepared from plantain flour/ PCL blends under reactive extrusion conditions using zirconium octanoate as a catalyst. *Carbohydrate Polymers, 178* (dic), 260-269.

Hernández, J. B. F., Cañizares Chacín, A. E., Blanco, G., Arrieche, I., Pérez, A., Salazar, C., & González, M. (2009). Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en harinas de clones de musáceas comestibles (Musa spp.). *Revista Cientifica UDO Agricola*, *9* (2), 449-457.

Hondroulis, D., & Johnson, T. (2015). U.S. Patent #9068180B2. Oil Absorption and Bioremediation Apparatus Employing Oil Digesting MIcroorganisms. GEOPHIA LLC, Atlanta, Georgia (U.S.).

Ho, L.-H., Tan, T., Abdul Aziz, N. A., & Bhat, R. (2015). In vitro starch digestibility of bread with banana (Musa acuminata X balbisiana ABB cv. Awak) pseudo-

stem flour and hydrocolloids. *Food Bioscience*, *12* (dic), 10–17. Doi: 10.1016/j.fbio.2015.07.003.

Hoyos-Leyva, J. D., Agama-Acevedo, E., Bello-Perez, L., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramírez, J. (2016).

Assessing the structural stability of gluten-free snacks with different dietary fiber contents from adsorption isotherms. *LWT - Food Science and Technology*, *73* (1), 576-583.

Ihueze, C., Oluleye, A., Okafor, C., Obele, C., Abdulrahman, J., Obuka, S., & Ajemba, R. (2017). Plantain fibre particle reinforced HDPE (PFPRHDPE) for gas line piping design. *International Journal of Plastics Technology, 21 (2*), 370-396.

Itelima, J., Onwuliri, F., Onwuliri, E., Onyimba, I., & Oforji, S. (2013). Bio-ethanol production from banana, plantain and pineapple peels by simultaneous saccharification and fermentation process. *International Journal of Environmental Science and Development*, *4* (2), 213–216. Doi: 10.7763/IJESD.2013.V4.337.

Khawas, P., Das, A. J., & Deka, S. C. (2016). Production of renewable cellulose nanopaper from culinary banana (Musa ABB) peel and its characterization. *Industrial Crops and Products*, *86* (ago), 102–112. Doi: 10.1016/j.indcrop.2016.03.028.

Konate, M., Akpa, E. E., Bernadette, G. G., Koffi, L. B., Honore, O. G., & Niamke, S. L. (2015). Banana Vinegars Production Using Thermotolerant Acetobacter pasteurianus Isolated from Ivorian Palm Wine. *Journal of Food Research*, *4* (2), 92–103. Doi:10.5539/jfr.v4n2p92.

Lee, S., Yoon, B., Lee, C., & Park, J. (2009). Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping. *Technological Forecasting & Social Change*, *76 (*6), 769–786. Doi: 10.1016/j.techfore.2009.01.003.

Li, W., Zhang, Y., Li, J., Zhou, Y., Li, R., & Zhou, W. (2015). Characterization of cellulose from banana pseudo-stem by heterogeneous liquefaction. *Carbohydrate Polymers*, *132* (nov), 513-519. Doi: 10.1016/j.carbpol.2015.06.066.

Lopera-Cardona, S., Gallardo, C., Umaña-Gallego, J., & Gil, L. M. (2016). Comparative study of the physicochemical, compositional and functional properties of eight flours obtained from different plant materials found in Colombia. *Food Science and Technology International*, 22 (8), 699-707.

Lucas, J. C., Quintero, V. D., & Valencia, C. A. C. (2013). Caracterización de harina y almidón obtenidos a partir de plátano guineo AAAea (Musa sapientum L.). *Acta Agronomica*, *62* (2), 83–96.

Lucas-Aguirre, J. C., Velásquez-Herrera, J. D., & Quintero-Castaño, V. D. (2016). Evaluación de las propiedades térmicas y composicionales de almidones extraídos de 26 variedades de musáceas. *Vitae*, 23, (Supl. 1), S551-S556.

Maldonado, L., Manzano, P., Cuesta, F., Cedeño, Y., & Zevallos, N. (2013). Caracetrización físico-química de las fibras obtenidas de la planta de banano (Musa paradisiaca) procedente del cantón el Guabo de la Provincia del Oro. *Yachana*, *2* (1), 17-20.

Marín, A., Carías, D., Cioccia, A. M., & Hevia, P. (2003). Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde. *Interciencia*, *28* (1), 51-56.

Meneses, M., León, L., Mejía, L., Guerrero, L., & Botero, J. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación en Ingeniería*, *5* (9), 128-139.

MinCIT (2014). *Dinámica de la economía* mundial y comportamiento en C*olombia*. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Bogotá, Colombia. Recuperado de http://www.mincit.gov.co.

OCDE/FAO. (2013). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2024*. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Osburg, T., & Schimdpeter, R. (2013). *Social Innovation: Solutions for a Sustainable Future*. Heidelberg: Springer.

Padam, B. S., Tin, H. S., Chye, F. Y., & Abdullah, M. I. (2014). Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of Food Science and Technology*, *51* (12), 3527-3545. Doi:10.1007/s13197-012-0861-2.

Pereira, A. & Maraschin, M. (2015). Banana (Musa spp) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*, *160,* 149–163. Doi: 10.1016/j.jep.2014.11.008.

Portafolio (2012, junio 12). Tamales generan $ 26 mil millones solo en el Éxito. *Períodico Portafolio*. Bogotá, D.C. Recuperado de https://www.portafolio.co.

PROCOLOMBIA (2016). *El mundo invierte en Colombia: Inversión en el Sector*

Hortofrutícola. Recuperado de http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/agroindustria/hortofruticola.html

Quintero, D. A., & Garcia, V. M. (2008). *Saberes y sabores. El plátano en el norte del Cauca.* Proyecto: Estrategias que contribuyan a la competitividad de los mercados de productos de Musáceas cultivadas en Colombia: valor nutricional y nutracéutico, mejoramiento y desarrollo de productos de interés para el sector industrial de alimentos. Informe final. Universidad del Valle, Cali (Colombia).

Ramos, B., Miller, F. A., Brandao, T. R. S., Teixeira, P., & Silva, C. L. M. (2013). Fresh fruits and vegetables - An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *20*, 1–15. Doi: 10.1016/j.ifset.2013.07.002.

Restrepo, A. M., Tobón, S. I., & Valencia, J. A. (2000). Extracción, caracterización y aplicación industrial de licor tánico a partir del seudotallo del clon de plátano África 1 (Musa AAB). In D. G. Cayón, G. A. Giraldo, & M. I. Arcila (Eds.), *Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia*. Bogotá, D.C.: CORPOICA.

Sampath, K. P., Bhowmik, D., Duraivel, S., & Umadevi, M. (2012). Traditional and Medicinal Uses of Banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *1* (3), 51-63.

Santos, J. uan M., Chiquilín, J. O., Ricse, J., Escudero, C., & Zavaleta, D. (2013). Uso de la savia del plátano de seda (musa acuminata) como mordiente en el teñido de algodón. *Infinitum…(Huacho)*, *9*, 80-84.

SIOC (2016). *Cadena productiva del plátano. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas.* Recuperado de https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Pages/default.aspx

Sogamoso, C. (2016). Entrevista a Gobernador del Cabildo indigena Totarco-Dinde del municipio de Coyaima - Tolima.

Somsong, P., Misala, P., Keeratisoontornwat, K., Inwan, M., Hempattarasuwan, P., & Duangmal, K. (2015). Processing of dehydrated banana (Musa ABB "Kluai Namwa") and market study in Nan province, Thailand. *Acta Horticulturae*, *1088,* 619–622. Doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1088.115.

Sumaya, M. T., Sánchez, L., Torres, G., & García, D. (2012). Red de valor de mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Quinta*

Época, *30* (enero-junio), 826-833.

Tibolla, H., Pelissari, F. M., & Menegalli, C. F. (2014). Cellulose nano fi bers produced from banana peel by chemical and enzymatic treatment. *LWT - Food Science and Technology*, *59* (2), 1311-1318. Doi: 10.1016/j.lwt.2014.04.011.

Trujillo, L. (2013). *Desarrollo del sistema productivo de la hoja de cachacho.* Coyaima: Alcaldía de Coyaima.

UNIDO, U. N. I. D. O. (2009). Agro-Value Chain Analysis and Development: The UNIDO Approach. Recuperado de https://www.unido.org/

Vásquez, R., Ruesga, L., Daddosio, R., Páez, G., & Marín, M. (2008). Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (Musa AAB, subgrupo plátano) clon Hartón. *Revista de La Facultad de Agronomía (LUZ), 25* (2), 318-333.

Vargas-Torres, A., Palma-Rodríguez, H., Berrios, J., Glenn, G., Salgado-Delgado, R., Olarte-Paredes, A., Prieto-Mendez, J., Hernández-Uribe, J. (2017). Biodegradable baked foam made with chayotextle starch mixed with plantain flour and wood fiber. *Journal of Applied Polymer Science, 134* (48), 45565.

Velásquez, J. A, Beltrán, D., Padilla, L., & Giraldo, G. (2010). Obtención de ácido cítrico por fermentación con aspergillus niger utilizando sustrato de plátano dominico hartón (musa aab simmonds) maduro. *Tumbaga*, *5*, 135-147.

Vilela, C., Santos, S. A. O., Villaverde, J. J., Oliveira, L., Nunes, A., Cordeiro, N., Silvestre, A. J. D. (2014). Lipophilic phytochemicals from banana fruits of several Musa species. *Food Chemistry*, *162* (nov), 247-252. Doi: 10.1016/j.foodchem.2014.04.050.

Yangılar, F. (2015). Effects of green banana flour on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Technology and Biotechnology*, *53* (3), 315-323.

Webgrafía

http://engpat.kipris.or.kr/
www.sic.gov.co/
https://patentscope.wipo.int
http://www.ic.gc.ca/
http://english.sipo.gov.cn/application/
http://patft.uspto.gov/

11. Estudio de vigilancia tecnológica al servicio del Sector Hortofrutícola del Tolima

Luis Felipe Lozada Valencia, OmarArley Arenas Quimbayo, Jaime Alberto Villada Garcés, Sindy Lorena Nieto Jara, Joaquín Eduardo Carrillo Orjuela

Una de las formas ampliamente aceptadas de la administración moderna, para proyectar las acciones a futuro en el campo empresarial es recurrir a la vigilancia estratégica para caracterizar los aspectos clave del negocio: competitivos, comerciales, tecnológicos y del entorno (Bucheli & González, 2007). Estas dimensiones analizadas en su conjunto permiten identificar los principales cambios que se avanzan a nivel mundial con el objeto de conocer las amenazas y oportunidades de desarrollo tecnológico para los diferentes sectores económicos (San Juan & Romero Rodríguez, 2016).

En este capítulo se avanzó en particular, en uno de estos cuatro aspectos clave: el análisis de vigilancia tecnológica (VT). Con su desarrollo se pretende contribuir con información útil sobre las tendencias que a nivel internacional, nacional y local se avanzan en materia de logística y cadenas de suministro, y que pueden ser de valor y consideración para continuar aportando a la mejora de la productividad y competitividad del sector hortofrutícola en el Tolima, en clara correspondencia con las apuestas de desarrollo que se ha auto-formulado la región en su plan Visión 2025 (Gobernación Tolima, 2015).

Conceptos de referencia

Vigilancia Tecnológica

La Vigilancia Tecnológica (VT) se define según la Norma UNE 166006:2006 (AENOR, 2018), como:

> El proceso organizado, selectivo y permanente de recolectar información del exterior y de entorno en el que se encuentra sobre

ciencia y tecnología; con el fin de seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y anticiparse a los cambios.

En el mismo sentido, Delgado-Fernández & Arrabato-Agüero (2011), definen la VT como un conjunto de acciones coordinadas de búsqueda, tratamiento y distribución de la información obtenida de modo legal, útil para distintas personas de una organización en un proceso de toma de decisiones y para la reflexión estratégica.

Con el desarrollo de VT se satisfacen dos necesidades fundamentales. La primera de ellas es conocer todo lo generado a través de los años de una temática en específico; la segunda es recolectar información que sirva como insumo para una adecuada toma de decisiones que den lugar a futuras innovaciones científicas, tecnológicas o empresariales (Delgado-Fernandez & Arrebato-Aguero, 2011). La VT se puede interpretar también como un proceso metodológico que facilita conocer las competencias tecnológicas emergentes y evaluar el impacto que una temática determinada tiene en el entorno. En este sentido, la adecuada identificación de las fuentes de información es vital para la VT, pues es a partir del conocimiento existente en ellas que se analizan los conocimientos emergentes según las áreas de interés, para la identificación de oportunidades y tendencias, en aras de buscar una mayor generación de conocimiento (Corporción Tecnnova UEE, 2009).

Logística y cadenas de suministro [19]

La logística se define como el proceso de planear, ejecutar y controlar el flujo y almacenaje eficiente y efectivo de materias primas, productos en proceso, productos terminados e información, desde el punto de origen hasta el punto de consumo (incluyendo movimientos de entrada y salida, internos y externos), con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente. Tiene como misión establecer o coordinar una serie de actividades, de forma que los productos o servicios que ofrece la empresa estén disponibles para los

[19] Para mayor referencia sobre estos conceptos y modelos, se sugiere la revisión del Capítulo 3.

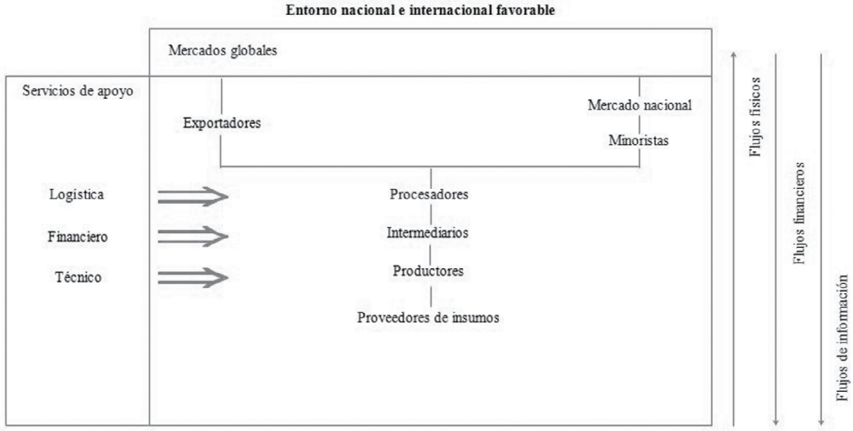
clientes, en el momento, la forma, el lugar, las condiciones deseadas y el modo más benéfico en cuanto a costos (Ballou, 2005). A la vez, el mismo autor define la cadena de suministro como un conjunto de actividades funcionales, que la operar interactúan repetidamente a lo largo diversos canales y facilitan que las materias primas se transformen en productos terminados y se añada valor para un consumidor intermedio o final (Ballou, 2005).

En cuanto al entorno agrícola, una cadena de suministro agrícola se define a partir de aquella articulación empresarial que abarca las etapas de abastecimiento de insumos y recursos, producción, poscosecha, almacenamiento, procesamiento, comercialización y distribución, servicio de alimentos y consumo de estos, ya sea en fresco o procesados; su operación típicamente involucra otras cadenas de suministro y además puede sobrepasar fronteras políticas y geográficas (Figura 11.1) (Jaffee, Siegel & Andrews, 2008).

Para Jafee. et.al. (2008) los tres flujos principales que acompañan y determinan las cadenas de suministro agrícolas modernas son los siguientes:

- *Flujo de productos físicos*, en los cuales se realizan los movimientos físicos de los productos, desde los proveedores de insumos a los productores, y de los productos de los productores a sus clientes y de estos últimos hasta el consumidor final.
- *Flujo financiero*, donde se establecen las condiciones de crédito para préstamos, programas financieros, acuerdos de pago, reembolsos, seguros y ahorros.
- *Flujo de información*, en el que se coordinan las acciones de los flujos físico y financiero a lo largo de la cadena.

Figura 11.1. Estructura de una Cadena de Suministro Agrícola

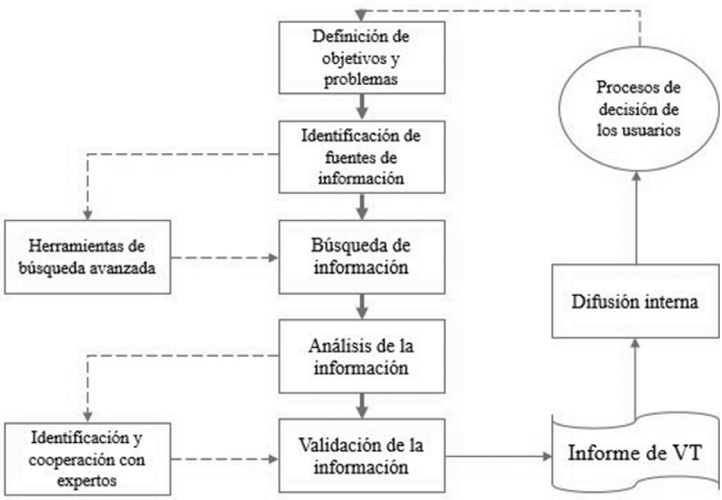


Fuente: Jafee, et. al. (2008)

Metodología

En el estudio de Lozada (2018) se adelantó el análisis de publicaciones científicas y patentes relacionadas en los procesos de la cadena de suministro hortofrutícola y los temas y subtemas que los integran. El proceso metodológico llevado a cabo, se apoyó en lo propuesto por CETISME (Figura 11.2).

Figura 11.2. Proceso metodológico para la vigilancia tecnológica



Fuente: CETISME, 2002

Paso 1. Definición de objetivos y problemas. En esta etapa se planteó el objetivo de determinar las tendencias mundiales de investigación y desarrollo tecnológico en materia de logística y cadenas de suministro aplicadas al sector agrícola, a nivel internacional, latinoamericano, nacional y regional.

Paso 2: Identificación de fuentes de información. Se definieron como fuentes de información tanto bases de información no estructurada (Google Académico) como de información estructurada (Scopus y Patent Inspiration) (Tabla 11.1).

Tabla 11.1. Herramientas tecnológicas de búsqueda utilizadas

Herramienta	Detalles	
Google Académico	Compañía	Alphabet Inc.
	Características	Motor de búsqueda de información específica almacenada en la web, de orden/origen académico
	Interfaz	Web – Online
	Página Web	https://scholar.google.es/
Scopus	Compañía	Elsevier B.V
	Características	Base de datos de citaciones y resúmenes de artículos científicos publicados. Su contenido indexado proviene de 5.000 editores de todo el mundo, contiene más de 66 millones de registros de revistas, entre ellas 22.748 revistas revisadas por pares, de las cuales más de 3.476 son de acceso abierto completo
	Interfaz	Web – Online. Acceso Restrictivo
	Utilidad	Combina contenidos de calidad evaluados con herramientas diversas herramientas que permiten usar, analizar y gestionar dichos contenidos
	Página Web	www.scopus.com
Patent Inspiration	Compañía	AULIVE
	Características	Búsqueda y análisis de información de patentes, que proporciona noción sobre tendencias y tecnologías emergentes en determinados sectores y campos de conocimiento
	Interfaz	Web – Online. Acceso Restrictivo
	Utilidad	Combina gran cantidad de fuentes de solicitudes de patentes y patentes otorgadas con herramientas de análisis y gestión de dichos contenidos
	Página Web	www.patentinspiration.com

Fuente: Este estudio

Paso 3: Búsqueda de información. En este paso se seleccionaron las palabras clave para la consulta, a partir de tesauros y se diseñaron las ecuaciones de búsqueda (Tabla 11.2).

Tabla 11.2. Ficha técnica del ejercicio de vigilancia tecnológica en la base Scopus

Palabras clave	
En inglés: • Supply chain management • Supply chain • Logistics • Fruits • Vegetables • Information technology	En español • Gestión de cadenas de suministro • Cadena de suministro • Logística • Frutas • Hortofrutícola • Tecnología de la información

Bitácora de búsqueda		
No.	Ecuaciones utilizadas	Documentos
1	(TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management") OR TITLE-ABS-KEY ("Supply chain") AND TITLE-ABS-KEY (logistics) AND TITLE-ABS-KEY (fruits) OR TITLE-ABS-KEY (vegetables) AND TITLE-ABS-KEY ("Information technology"))) OR ((TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management") OR TITLE-ABS-KEY ("Supply chain") AND TITLE-ABS-KEY (logistics) AND TITLE-ABS-KEY (fruits) OR TITLE-ABS-KEY (vegetables))) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR >2007) AND (PUBYEAR <2018))	123
2	(TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management") OR TITLE-ABS-KEY ("Supply chain") AND TITLE-ABS-KEY (logistics) AND TITLE-ABS-KEY (fruits) OR TITLE-ABS-KEY (hortofruticola)) (LIMIT-TO (PUBYEAR >2007) AND (PUBYEAR <2018))	80
3	(TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management") OR TITLE-ABS-KEY ("Supply chain") AND TITLE-ABS-KEY (logistics) AND TITLE-ABS-KEY (fruits) OR TITLE-ABS-KEY (hortofruticola))	93
4	(TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management") AND TITLE-ABS-KEY (logistics))	5.250
5	TITLE-ABS-KEY ("Supply chain management")	27.238

Fuente: Plataforma SCOPUS. Fecha de consulta: 18 de enero de 2018

Paso 4: Análisis de la información. Se realizaron dos tipos de análisis: el análisis estadístico y el análisis con profundidad. El primero presenta de manera descriptiva las instituciones, los países, las revistas, las publicaciones y los investigadores más destacados en los temas. Por su parte, el segundo se apoyó

en herramientas de la cienciometría como las redes bibliométricas (Tabla 11.3) para esclarecer la composición y densidad de las redes de productores de la información localizada.

Tabla 11.3. Herramientas para aplicación y tratamiento de información

Herramienta	Detalles	
VOSViewer	Compañía	Leiden University
	Características	Software libre para la construcción y visualización de redes bibliométricas, que pueden incluir, revistas, investigadores o publicaciones individuales.
	Interfaz	Aplicación PC y MAC
	Utilidad	Depuración y tratamiento de información importada de herramientas de búsqueda
	Página Web	www.vosviewer.com
Herramienta	Detalles	
Microsoft Excel	Compañía	Microsoft
	Características	Hoja de cálculo que contiene herramientas que facilitan el análisis de datos
	Interfaz	Aplicación PC y MAC
	Utilidad	Procesamiento de datos alfanuméricos, mediante el uso de herramientas de estadística descriptiva

Fuente: Este estudio

Paso 5: Validación de la información. Los resultados fueron inicialmente validados con los integrantes del equipo ejecutor del Convenio 1032-2013, compuesto por profesores-investigadores en temas relacionados con logística y cadenas de suministro.

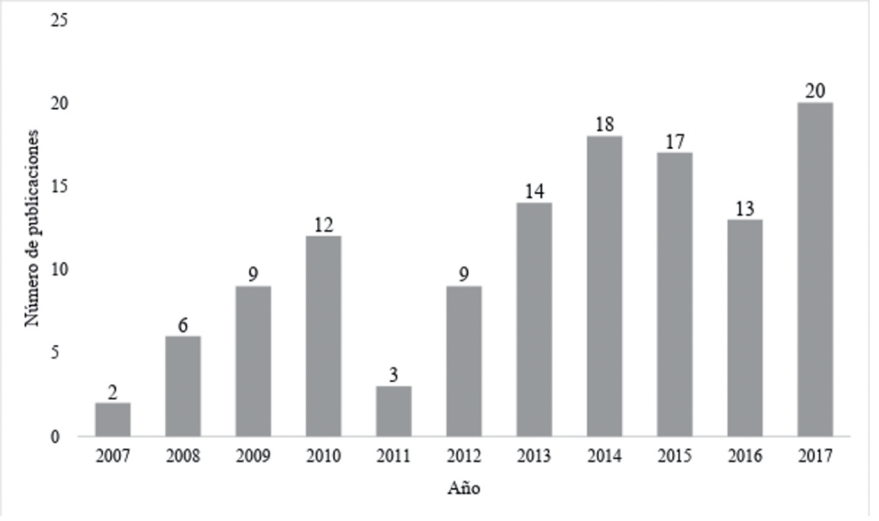
Paso 6: Informe de vigilancia tecnológica. El informe de los resultados obtenidos se detalla en el siguiente apartado. En él se incluye la información que puede apoyar y facilitar la toma de decisiones en el diseño de estrategias o desarrollo de proyectos orientados a fortalecer la productividad y competitividad del sector hortofrutícola tolimense.

Resultado de vigilancia tecnológica

Evolución, autoría y origen de las publicaciones científicas

Se encontraron un total de 123 publicaciones[20] relacionas con la administración de cadenas de suministros y la logística, inmersa en los procesos de frutas y productos hortofrutícolas. La evolución en el número de publicaciones durante el periodo de análisis es creciente y sostenida hasta el año 2016 (Figura 11.3).

Figura 11.3. Evolución del número de publicaciones en el periodo 2007 – 2017



Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus®

De acuerdo con el ranking de autores con más publicaciones (Tabla 11.4), se evidencia una fuerte contribución por parte de investigadores de Alemania y en general de la Unión Europea. Los dos autores más representativos son Lang y Jadermang. Lang tiene entre sus principales áreas de interés; ingeniería, ciencias de la computación, matemáticas, agricultura, ciencias biológicas y ciencias sociales; sus publicaciones científicas se caracterizan por la ejecución de procesos logísticos para el mejoramiento

[20] Listado de publicaciones consultadas a disposición del lector, mediante solicitud al correo electrónico: proyecto.logística@unibague.edu.co.

de la cadena de suministro de frutas, a partir del monitoreo de la calidad del producto, asimismo los diferentes medios de transporte que cumplan con unas características que ayuden a la conservación del producto.

Por otro lado, Jadermann tiene entre sus principales áreas de interés las ciencias ambientales, negocios, administración, ingeniería, ciencias de la decisión, agricultura, ciencias sociales matemáticas, economía y finanzas; en sus artículos de investigación se demuestra coautoría principalmente con Lang.

Tabla 11.4. Ranking de autores con más publicaciones

Autor	# Doc.	Centro de Trabajo
Lang, Walter	5	University of Bremen, Bremen, Germany
Jedermann, Reiner	4	University of Bremen, Bremen, Germany
Bogataj, David	3	Universita degli Studi di Padova, Department of Management and Engineering, Padua, Italy
Mergenthaler, Marcus	3	South Westphalia University of Applied Science, Departamento f Agriculture, Nordrhein-Westfalen, Germany
Rijgersberg, Hajo	3	Wageningen University and Reserch Centre, Wageningen, Netherlands
Uysal, Ismail	3	University of South Florida Tampa, Deparment of Electrical Engineering, Tampa, United States
Van Kooten, Olaf	3	Holland University of Applied Sciences, Delft, Netherlands

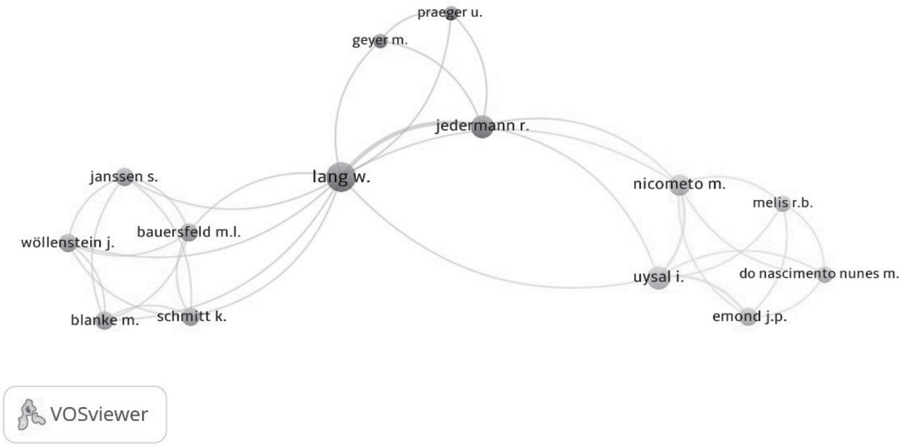
Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus®

Por otro lado, se puede evidenciar que el trabajo colaborativo entre autores es amplio debido a la similitud de sus campos de estudio. En la Figura 11.4 se observa lo anterior y se enmarcan las preferencias de trabajos entre autores y co-autores.

El origen de buena parte de estas publicaciones se concentra en instituciones europeas como la Wageningen University and Research Centre en Holanda y la University of Bremen en Alemania. En estas hay especial interés en la logística sobre los procesos de envase de alimentos y sus implicaciones para la modernización y mejoras en la productividad y desempeño de sus cadenas de suministro vinculantes. Igualmente, presentan interés en el estudio de los

factores que determinan las condiciones de almacenamiento y los tiempos de demora de los productos.

Figura 11.4. Trabajo colaborativo entre autores con más publicaciones, periodo 2007 – 2017

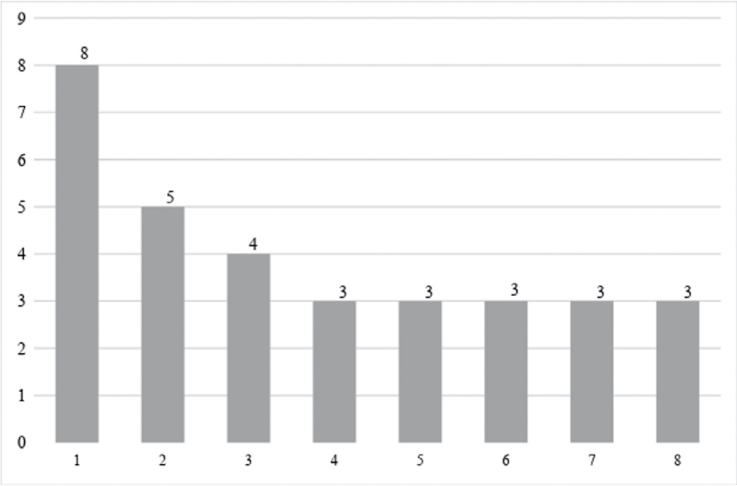


Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus® sobre VOSviewer ®

En la consulta por instituciones aportantes, se destaca la presencia de dos universidades colombianas, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que presentan aportes en el estudio de cadenas de suministro, en lo correspondiente a la gestión de transporte y almacenamiento de productos y alimentos perecederos (Figura 11.5).

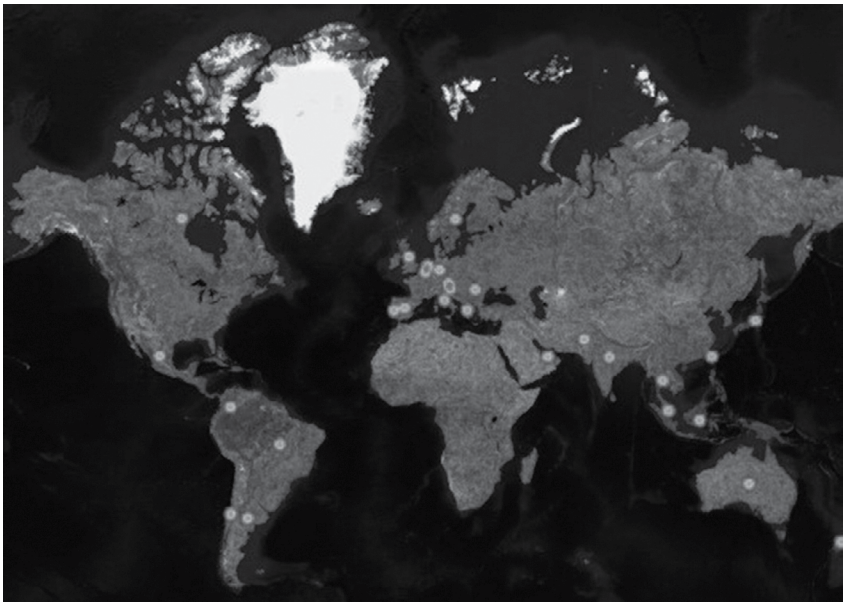
En el origen de las publicaciones (Figura 11.6) se evidencia que los países más representativos sobre la terminología clave determinada en las ecuaciones de búsqueda, son China, Estados Unidos, Alemania y Holanda, los cuales cuentan con 16, 14, 12 y 11 publicaciones respectivamente. Dichos territorios son pioneros en los temas relacionados con el estudio de cadenas de suministro y la logística en las frutas y los productos hortofrutícolas.

Figura 11.5. Instituciones que más publicaciones acreditan, periodo 2007-2017



Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus®

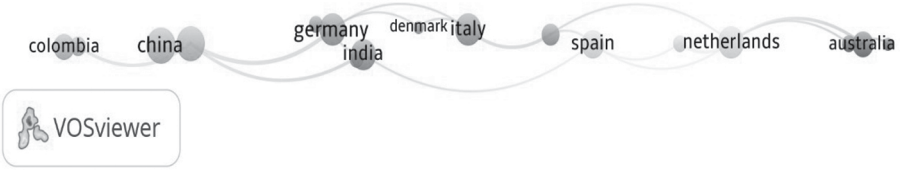
Figura 11.6. Países de origen de publicación



Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus® sobre Bing®

Respecto a las redes de colaboración por países (Figura 11.7), se observa que existen cuatro clúster de colaboración entre países. El primero vincula a los países de China, Estados Unidos y Colombia en materia de cadenas de frío para productos perecederos y su gestión integral en las agrocadenas. El segundo clúster está marcado por los países Alemania, India e Italia con publicaciones encaminadas a la gestión de operaciones en procesos logísticos y conservación de las frutas. El tercer clúster se conforma principalmente por Holanda y España, países en los que sus publicaciones son referentes en administración de la cadena de suministros, conservación de frutas y hortalizas y modelos de mejoramiento de la poscosecha y distribución eficiente de los productos. El cuarto clúster lo conforman los países de Australia, Pakistan y Fiji, que tienen pocas publicaciones en sistemas logísticos para los agricultores.

Figura 11.7. Redes de colaboración por países



Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus® sobre Vosviewer®

De acuerdo con la densidad de palabras clave (Figura 11.8), se evidencia que los temas más representativos y con mayor auge en el estudio de cadenas de suministro y logística para frutas y productos hortofrutícolas, se relacionan con la gestión en los diferentes niveles de producción para facilitar la tomar decisiones que permita un mejoramiento en temas como reducción de costos y conservación de productos. De igual manera, se evidencia interés en la gestión de la información, una herramienta sin duda clave para una logística moderna de cadenas de suministro de frutas frescas.

Figura 11.8. Densidad de palabras clave

Fuente: Este estudio a partir de la consulta de Scopus® sobre VOSviewer®

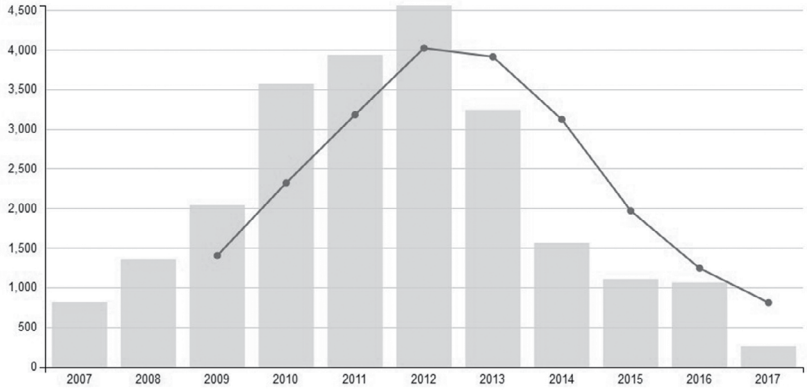
Evolución, autoría y origen de las patentes

En el periodo de análisis se encontró un total de 23.535 patentes[21] relacionadas con el tema de estudio. Como se observa en la Figura 11.9, hubo un crecimiento sostenido de resultados desde el año 2007 hasta alcanzar el pico en el año 2012 con un registro de 4.563 patentes. Luego de este año, la producción de patentes orientadas a la mejora de los procesos de cosecha y poscosecha en las frutas y hortalizas, ha decrecido sostenidamente hasta el presente año.

El análisis de los organismos solicitantes de estas patentes (Figura 11.10), evidencia que las empresas japonesas MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD e ISEKI AGRICULT MACH cuentan con la mayor producción de patentes relacionadas con el tema, 119 y 117 patentes registradas respectivamente. Estas ntidades han aportado al desarrollo y a la mejoría de maquinaria necesaria para operación de las cadenas de suministro y la logística en las prácticas poscosecha, generando una eficacia en los procesos y una mayor productividad de los entes económicos.

[21] Listado de patentes consultadas a disposición del lector mediante solicitud al correo electrónico: proyecto.logística@unibague.edu.co.

Figura 11.9. Evolución de solicitud de patentes en el periodo 2007 – 2017



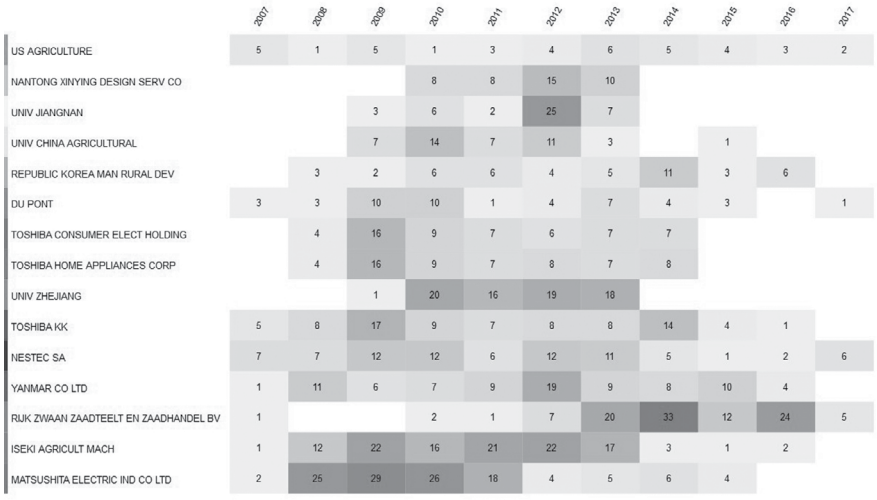
Fuente: Este estudio a partir del uso de Patent Inspiration®

Figura 11.10. Organismos solicitantes de patentes

Fuente: Este estudio a partir del uso de Patent Inspiration ®

El análisis cruzado entre los organismos solicitantes de patentes y su dinámica de producción en el tiempo (Figura 11.11), evidencia el caso de la empresa holandesa RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL BV dedicada a la genética de las frutas y hortalizas, que resalta por su notable producción de patentes en el periodo 2014-2016, con 33, 12 y 24, respectivamente. En el mismo periodo, las dos primeras empresas japonesas referidas, bajan significativamente su producción de patentes.

Figura 11.11. Línea de tiempo de los principales organismos solicitantes de patentes



Fuente: Este estudio a partir del uso de Patent Inspiration®

Los principales inventores de estas patentes son TAKAGI SHINGO, IWABU TAKAAKI, KUROSE HIDEAKI y MURANAMI MASAMI, todos originarios de Japón, con 66, 65, 63 y 53 patentes registradas respectivamente (Figura 11.12). Dichos inventores trabajan en líneas de genética de semillas, maquinaria industrial, biopolímeros y conservación de frutas y hortalizas.

En cuanto a la distribución de patentes por países (Figura 11.13), se destacan EE.UU., China, República de Corea y Japón como los países con mayor cantidad de patentes registradas, 3.810, 3.583, 3.455 y 1.851, respectivamente. En el continente europeo sobresalen Francia, Alemania, Holanda y Rusia con alto porcentaje de las patentes después de EE.UU. y China.

Figura 11.12. Principales inventores de patentes

Fuente: Este estudio a partir del uso Patent Inspiration®

Figura 11.13. Distribución de patentes por países

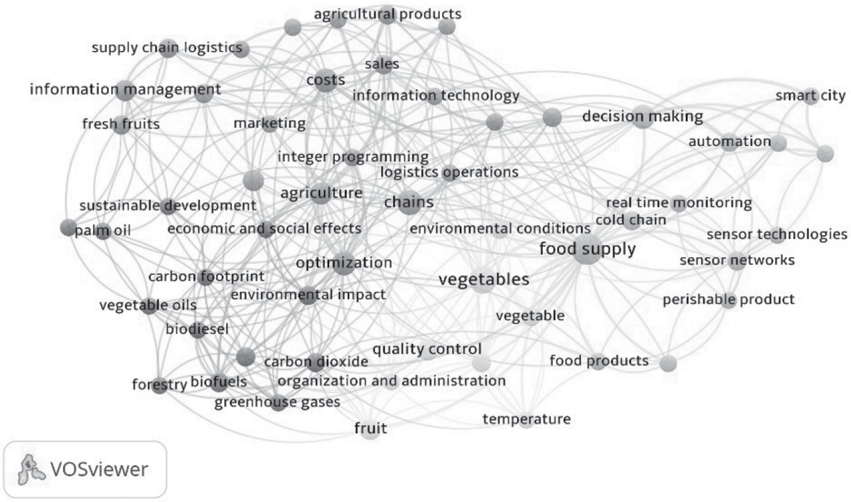
Fuente: Este estudio a partir del uso de Patent Inspiration ®

Análisis de tendencias

En las siguientes Figuras 11.14 y 11.15 se presenta la red neuronal y el análisis de clúster de los temas que están repercutiendo a nivel mundial y que evidencian las tendencias para futuras líneas de investigación. Los temas clave de desarrollo de procesos en mejoramiento logístico se pueden integrar en ejes centrales como suministro de alimentos, control de calidad, optimización, costos e impacto ambiental.

- *Suministro de alimentos*. Los subtemas y tendencias hacen referencia a las investigaciones que se pueden derivar de la conservación de los productos perecederos desde los componentes químicos, logística y monitoreo en distribución, cadena de frío o toma de decisiones.
- *Control de calidad*. En este caso se evidencia la tendencia en investigaciones que aporten a la preservación de la temperatura de hortalizas y frutas mediante equipos de control y maquinaria industrial.
- *Optimización*. Hay interés en el estudio de problemáticas enfocadas en la transformación y aprovechamiento de los productos hortofrutícolas en combustibles o biopolímeros de empaques, con el fin de mitigar el impacto medio ambiental.
- *Costos*. Se mantiene el interés por el desarrollo de modelos logísticos para reducir los costos de operación de la poscosecha en agrocadenas.
- *Impacto ambiental*. Se mantiene la tendencia de los mercados verdes y con ello el desarrollo de proyectos que tengan consigo la producción orgánica, la distribución eficiente de productos, la asociatividad y logística inversa con el fin de mitigar y administrar las mermas ocurridas en cada uno de los eslabones de las cadenas agrícolas.

Figura 11.14. Red Neuronal de palabras/temas clave en tendencia



Fuente: Este estudio a partir del uso de VOSviewer ®

Figura 11.15. Análisis de cluster/temas clave en tendencia

Fuente: Este estudio a partir del uso de VOSviewer ®

Conclusiones

Tras realizar este ejercicio exploratorio de vigilancia tecnológica y análisis cienciométrico en los procesos de la cadena de suministro hortofrutícola y los temas y subtemas que los integran, se concluye que si bien hay interés desde el ámbito académico y empresarial por contribuir al desarrollo, productividad y competitividad de este sector, la producción decreciente en los últimos años de literatura científica y de patentes que abordan o solucionan problemáticas en este campo, evidencia madurez en la búsqueda y el estudio de soluciones a problemas de orden agrícola, con el fin de mitigar las brechas en seguridad alimentaria de las naciones.

Todo esto invita a países como Colombia, y en particular a regiones con gran tradición hortofrutícola como el Tolima, a tomar ventaja de todo el conocimiento existente a nivel internacional, y dedicar mayoritariamente los esfuerzos públicos y privados, de académicos y empresarios, en transferir y acompañar la apropiación del conocimiento y las tecnologías existentes a las diferentes comunidades productoras en la Región, para habilitarlas con las condiciones de cultivo y de negocio necesarias, para incursionar en mercados internacionales.

Referencias

AENOR (2018). UNE 166000: *Gestión de la I+D+I: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+I*. Norma Española Experimental, 16, Madrid. Recuperado de https://www.aenor.com.

Ballou, R. (2005). *Administración de la cadena de suministro.* México D.F: Pearson Educación.

Bucheli, V., & González, F. (2007). Herramienta informática para vigilancia tecnológica - VIGTECH. *Avances en Sistemas e Informática*, *4* (1), 1657-7663.

CETISME. (2002). *Inteligencia Económica y Tecnológica. Guía para principiantes y profesionales*. Madrid: Unión Europea. Recuperado de https://www.madrimasd.org

Delgado Fernández, M., & Arrebato Aguero, L. (2011). Diagnóstico integrado de la vigilancia tecnológica en organizaciones. *Revista Ingeniería Industrial, 32 (2),* 151-156.

Delgado, M., Infante, M., Abreu, Y., García, B., Infante, O., & Díaz, A. (2010). Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación.

Revista CENIC Ciencias Biológicas, 41, 1-13.

Gobernación Tolima (2015). *Visión Tolima 2025, Ibagué*. Recuperado de www.tolima.gov.co.

Lozada, F. (2018). *Caracterización de la operación logística en el sector hortofrutícola del Tolima. Caso de Cajamarca y su zona de influencia* (Tesis, Maestría en Gestión Industrial, Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia.). Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia.

Jaffee, S., Siegel, P., & Andrews, C. (2008). Rapid Agricultural Supply Chain. Risk Assessment: A conceptual Framework. *The Work Bank: Agricultural and Rural Development Discussion Paper 47*. Recuperado de http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/RapApRisk_combined_web.pdf

San Juan, Y. I., & Romero Rodríguez, F. I. (2016). Modelos y herramientas para la vigilancia tecnológica. *Ciencias de la Información*, *47* (2), 11-18.

12. Modelo para la integración regional del Sector Hortofrutícola del Tolima

Nelson Javier Tovar Perilla, José Fidel Torres Delgado, Miguél Ignacio Gómez

En este capítulo se muestra cómo se encuentran constituidas las cadenas de suministro hortofrutícolas, de manera general en el Tolima y se desarrolla un modelo de integración entre los diferentes eslabones que las conforman; así mismo, se presenta un modelo de simulación, aplicando la herramienta de dinámica de sistemas, que permite medir los impactos en términos económicos, sociales y ambientales cuando se realiza una intervención en un eslabón determinado dentro de una cadena de suministro agrícola (CSA).

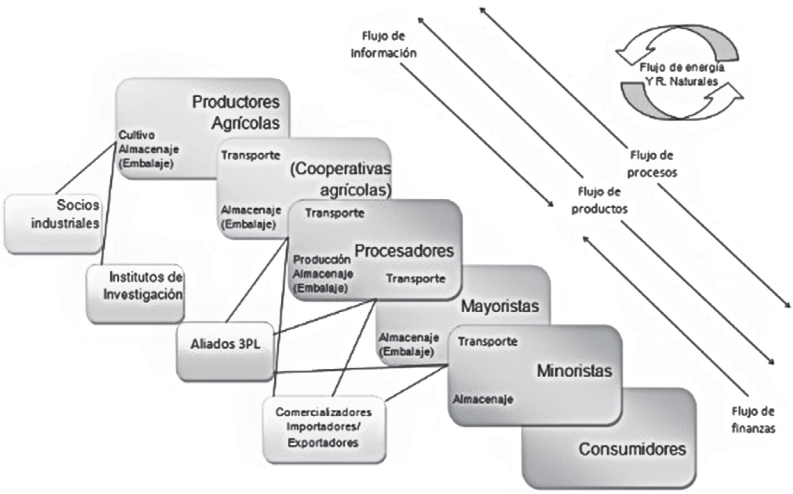
Los sectores agrícolas están organizados en cadenas de suministro (CS) que se conforman por diferentes eslabones, entre los que cabe destacar los proveedores de insumos, productores agrícolas, transportadores, procesadores de alimentos, comercializadores (mayoristas, minoristas), entre otros, para llevar los productos desde el sitio de extracción de la materia prima hasta el sitio de consumo en el mercado (Hobbs, Cooney & Fulton, 2000).

En particular, una cadena de suministro agrícola (CSA) abarca las etapas de abastecimiento de insumos, siembra de los productos agrícolas, recolección, almacenamiento, procesamiento, comercialización y consumo, bien sea del producto en fresco o procesado; además de estas etapas una CSA está inmersa dentro de un entorno político y geográfico, que implica ciertos requerimientos de coordinación y cumplimiento de normatividad de distintas organizaciones e instituciones para un flujo adecuado de los productos (Jaffee, Siegel & Andrews, 2008).

En este sentido, es posible diferenciar tres grandes eslabones al interior de una CSA que a la vez se consolidan en tres sectores relacionados, el sector puramente agrícola, que incluye las actividades de cosecha, sostenimiento, recolección y tratamiento primario del producto, el sector industrial que

comprende la transformación y generación de valor agregado y un sector comercial, en el que se encuentran aquellas empresas encargadas de vender el producto al consumidor final. Son diversos los modelos de CSA planteados (Nakandala, Samaranayake, Lau, & Ramanathan, 2017); (Dani & Deep, 2010); (Nakandala, Lau & Zhao, 2016); (Roth, Tsay, Pullman & Gray, 2008); (Matopoulos, Vlachopoulou & Manthou, 2007); (Maloni & Brown, 2006), no obstante, se tuvo como principal referente el modelo propuesto por Tsolakis, Keramydas, Toka, Aidonis, & Iakovou (2014), que a diferencia de la mayoría de modelos propuestos, integra dentro de los eslabones principales de una CSA las cooperativas agrícolas y tiene en cuenta el flujo de energía y recursos naturales (Figura 12.1).

Figura 12.1. Modelo de una cadena de suministro de alimentos



Fuente: Tsolakis et. al. (2014)

A partir de las características encontradas en las cadenas hortofrutícolas analizadas en el Tolima, se determinó que la composición de las CSA está basada principalmente en pequeños productores; así mismo, se evidenció que en aquellas cadenas en las que los productores se encuentran agrupados en cooperativas o asociaciones, las posibilidades de comercialización y generación

de valor agregado (transformación agroindustrial) en los productos son mayores comparadas con aquellas otras donde los productores trabajan de manera independiente (Universidad de Ibagué, 2013).

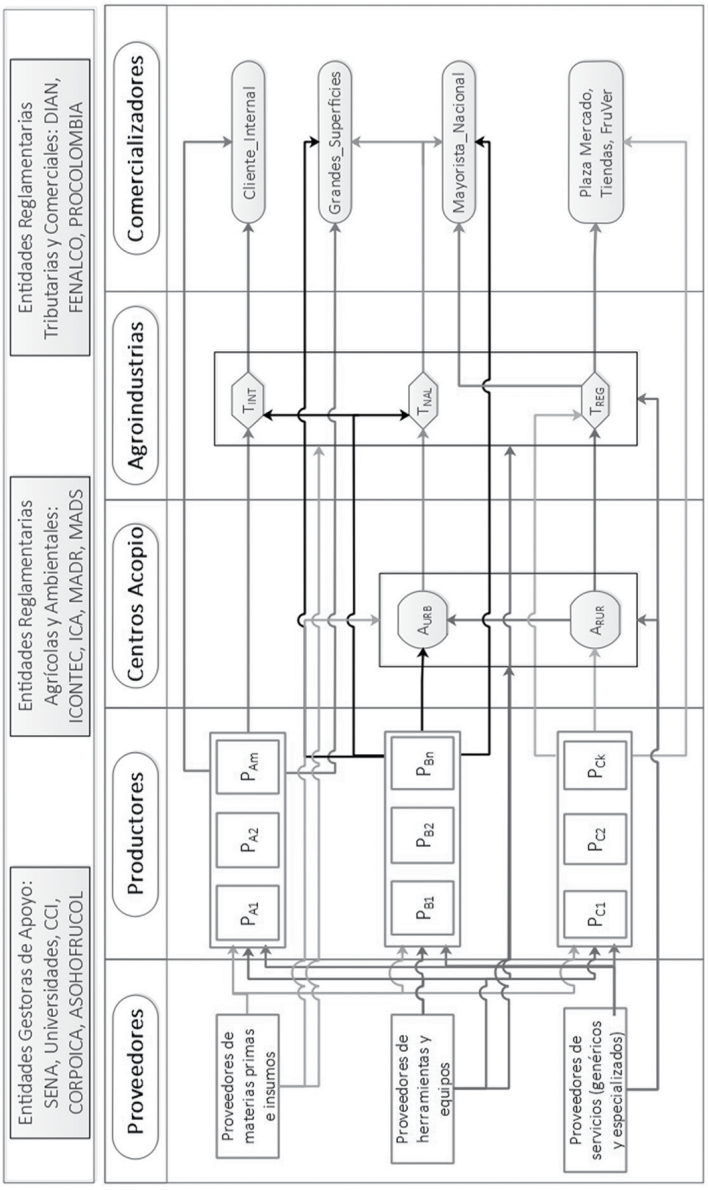
Dada la importancia que representan las agremiaciones de productores en el Tolima, se desarrolló un modelo de cadena de suministro agrícola el cual integra dentro de sus eslabones principales dichas asociaciones, denominadas centros de acopio primarios (CAP), las cuales se encargan de las labores de acopio desde los productores y de transformación. En el modelo es posible identificar cinco eslabones principales (proveedores, productores, acopiadores, transformadores y comercializadores) entre los que desarrollan los tres flujos logísticos: físico, de información y monetario; adicionalmente, se muestra un eslabón transversal con las entidades de apoyo.

Tal como lo muestra el modelo propuesto (Figura 12.2), se precisa la interacción entre los eslabones principales de una CSA y las entidades que facilitan, promueven y reglamentan el funcionamiento de la agrocadena. Los eslabones principales son:

- Proveedores. Actores que permiten no solo el desarrollo agrícola del cultivo sino empresas que se dedican a la prestación de servicios a toda la agrocadena. Este eslabón se conforma por tres grupos de suministros: material vegetal y semillas; insumos, maquinaria y herramientas; y servicios generales y especializados.
- Productores. Actores encargados del cultivo de frutas y hortalizas en las unidades productivas agrícolas, en las que adelantan acciones como siembre, cultivo, cosecha y poscosecha de productos, con destino a centros de acopio, agroindustrias o comercializadores directos.
- Centros de Acopio. Actores intermediarios entre el productor y el comercializador final del producto, los cuales realizan la recolección del producto en la zonas de producción dependiendo el acceso y el recorrido del acopiador, o en puntos definidos en el casco urbano del municipio de la zona productora.
- Agroindustrias. Actores mayoritarioamente vinculados a la industria de alimentos, que tienen dentros de sus proveedores de materias primas, los productores agrícolas.

- Comercializadores. Actores que tienen relación directa con el consumidor final, cuya operación y alcance puede variar desde el nivel internaciona, nacional, regional y local.

Figura 12.2. Modelo de la cadena de suministro hortofrutícola para el Tolima



Fuente: Informes técnicos Convenio 1032-2013

El modelo de la Figura 12,2 también propone un componente transversal, integrado por dos tipos de entidades: gestoras de apoyo y de reglamentación.

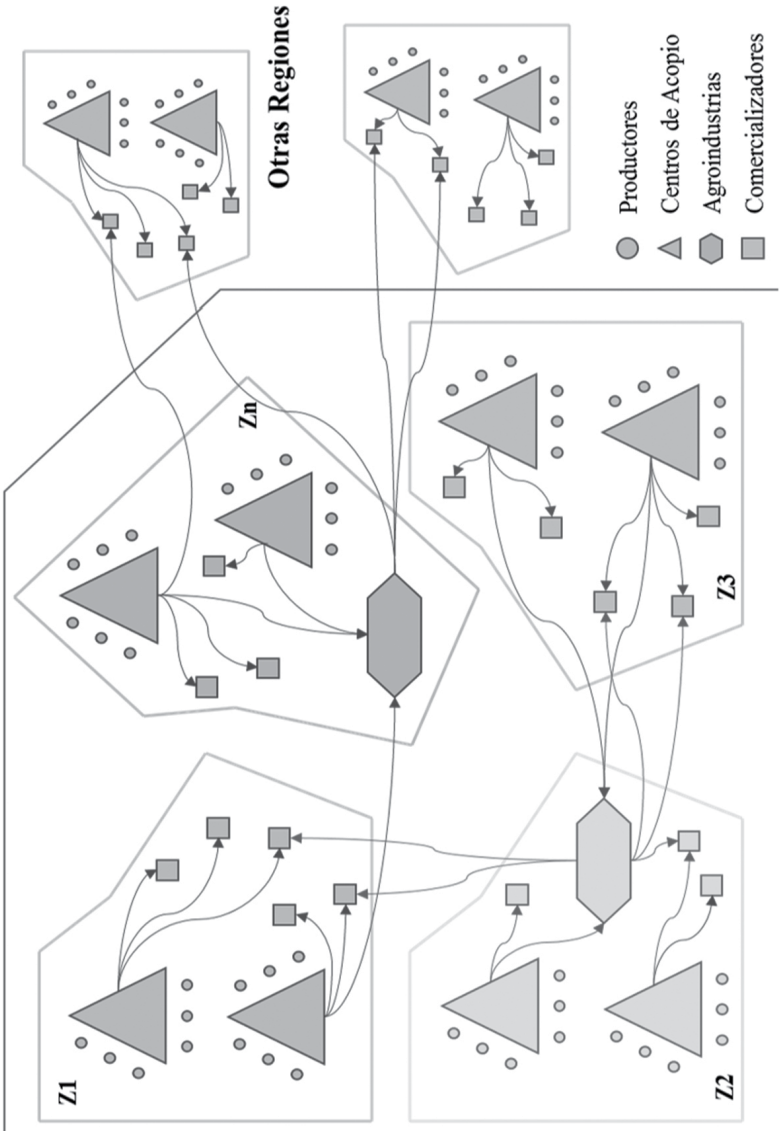
Entidades Gestoras de Apoyo
Instituciones de educación superior, centros de investigación y asociaciones, que ofrecen entre otros servicios capacitaciones, programas de mejoramiento y servicios de divulgación de información a todos los actores de la cadena. Entre las instituciones identificadas en el Departamento se encuentra el Servicio Nacional de Aprendizaje–SENA, las Universidades (Universidad del Tolima, Universidad de Ibagué, Corporación Unificada Nacional, Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad Abierta y A Distancia, entre otras), la Cámara de Comercio de Ibagué, la Cámara de Comercio de Honda, la Cámara de Comercio del Sur y Oriente del Tolima, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y la Asociación Hortofrutícola de Colombia.

Entidades Reglamentarias.
Estas entidades se encuentran divididas en dos grupos, las instituciones encargadas de administrar las normas a nivel tributario, comercial y financiero y las entidades que dictan las normas del orden agrícola y ambiental. Dentro del primer grupo se pueden identificar entidades como el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, el Instituto Colombiano Agropecuario, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; por su parte entre las instituciones que dictan las normas tributarias y comerciales se establecen la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, la Federación Nacional de Comerciantes y Procolombia, entre otras.

En el modelo conceptual propuesto para la integración regional del sector hortofrutícola del Tolima (Figura 12.3), evidencia el papel conector e integrador que tienen los centros de acopio en el modelo. Mientras algunos de ellos facilitan la convergencia a nivel primario en la cabecera municipal de las zonas productoras (Ej. Mariquita, Cajamarca), otros lo hacen a nivel segundario en las ciudades capitales de las regiones productoras (Ej. Plazas

de mercado en Ibagué), para finalmente tener lugar una convergencia a nivel terciario que puede operar a nivel de la región central (Ej. Region Central RAPE para el Tolima).

Figura 12.3. Modelo de Integración Regional para el Sector Hortofrutícola en el Tolima



Fuente: Los autores

Tabla 12.1 presenta una comparación entre los diferentes eslabones de la CSA en el modelo actual y el modelo propuesto tanto en la estructura y funciones.

Eslabón	Modelo Actual	Modelo Propuesto
Proveedores	Realizado por empresas afines al sector agrícola o agroindustrial, que proveen entre otros elementos: • Materias primas e insumos • Equipos y herramientas • Servicios generales y especializados	Se mantiene la misma estructura
Productores	Realizado por agricultores vinculados aq unidades productivas agrícolas dedicadas al cultivo de frutas y hortalizas, en donde cumplen las funciones de • Acondicionamiento del terreno • Siembra • Manejo del cultivo • Recolección de frutos	Se adicionan las siguientes funciones: Limpieza Clasificación Selección
Centros de acopio	Realizado principalmente por intermediarios independientes, que cumplen entre otras funciones: • Compra del producto al cultivador • Acuerdo para el transporte del producto • Venta de productos a comercializadores	Se propone que este eslabón sea desarrollado por cooperativas de productores, denominadas CAP
Agroindustrias	Realizado principalmente por intermediarios independientes, que cumplen entre otras funciones: • Acopio y selección de los frutos, según los estándares de calidad establecidos. • Procesamiento de frutas y hortalizas generando un valor agregado	Se propone que este eslabón sea desarrollado por cooperativas de productores, denominadas CAP
Comercializadores	Realizado principalmente por intermediarios independientes, que se pueden distinguir en tres grupos: (exportadores, mayoristas y minoristas). Estos cumplen, entre otras funciones: • Acopian producto para la venta • Preparan el producto en los formatos previstos para la venta • Comercializar el producto hasta el consumidor final	Se mantiene la misma estructura, pero se propone que las cooperativas de productores tengan puntos propios de comercialización en las zonas cercanas a los cultivos

Fuente: Informes técnicos - Convenio 1032-2013

Análisis en desarrollo

Una vez formulado el modelo integración logística regional, la etapa en la que avanza el equipo investigador es en la validación del mismo a través de un modelo de simulación (Banks, Carson II, Nelson & Nicol, 2010); y el uso de software especializado (VENSIM®), considerando un subsector hortofrutícola bajo dos casos escenarios posibles a largo plazo (al 2030): intervenido y sin intervenir (Universidad de Ibagué, 2017). Los resultados de la simulación al comparar el desempeño de las variables de entrada y salida, para los dos modelos (con intervención y sin intervención), revelarán las diferencias en cuanto a ganancias, producción total, exportaciones y pérdidas de producto.

A su vez, el modelo diseñado permitirá explorar mediante la simulación, los efectos esperados de la integración del subsector hortofrutícola en las dinámicas comerciales y logísticas que se proponen con la puesta en marcha de la denominada Región Administrativa y de Planificación Especial – RAPE Región Central, en la que se unen los apuestas productivas de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Meta y Tolima, en alianza con Bogotá D.C.(RAPE, 2018).

Referencias

Banks, J., Carson II, J., Nelson, B., & Nicol, D. (2010). *Discret-event System Simulation* (5th edition). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson.

Dani, S., & Deep, A. (2010). Fragile food supply chains: reacting to risks. *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*, *13* (5), 395-410.

Hobbs, J., Cooney, A., & Fulton, M. (2000). *Value chains in the agri-food sector: What are they? How do they work? Are they for me?* University of Saskatchewan, Department of Agricultural Economics, Saskatoon, Canadá.

Jaffee, S., Siegel, P., & Andrews, C. (2008). *Rapid Agricultural Supply Chain*. World Bank, Agriculture and Rural Development Department.

Maloni, M., & Brown, M. (2006). Corporate Social Responsibility in the supply chain: An application in the food industry. *Journal of Business Ethics*, *68* (1), 35-52.

Matopoulos, A., Vlachopoulou, M., & Manthou, V. (2007). A conceptual framework

for supply chain collaboration: empirical evidence from the agri-food industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, *12* (3), 177-186.

Nakandala, D., Lau, H., & Zhao, L. (2016). Development of a hybrid fresh food supply chain risk assessment model. *International Journal of Production Research*, *55* (14), 4180–4195.

Nakandala, D., Samaranayake, P., Lau, H., & Ramanathan, K. (2017). Modelling information flow and sharing matrix for fresh food supply chains. *Business Process Management Journal*, *23* (1), 108-129.

Región Central RAPE (2018). Presentación: Qué es la RAPE Región Central? Disponible en: www.regioncentralrape.gov.co

Roth, A., Tsay, A., Pullman, M., & Gray, J. (2008). Unraveling the food supply chain: Strategic insights from China and the 2007 recalls. *Journal of Supply Chain Management, 44* (1), 22-39.

Sterman, J. (2000). Business *Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. New York: McGraw-Hill.

Tsolakis, N., Keramydas, C., Toka, A., Aidonis, D., & Iakovou, E. (2014). Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy. *Biosystems Engineering*, *(Special Issue: Operations Management), 120* (abril), 47-64.

Universidad de Ibagué. (2013). *Informe de Sistematización del Proyecto Diseño e implementación de un modelo logístico como base para la integración de valor en la cadena hortofrutícola del Tolima. Convenio 1032-2013.* Recuperado de http://logihfrutic.unibague.edu.co/convenio-1032-2013/presentacion

Acerca de los autores

Editores Académicos

Helga Patricia Bermeo Andrade. Ingeniera Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia), magíster en Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes (Colombia), máster en Gestión de Operaciones y Tecnología de la Universidad de Ibagué en alianza con la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y doctora en Proyectos de Ingeniería e Innovación de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesora asociada de tiempo completo en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Ibagué, integrante del grupo de investigación GINNOVA en la misma Institución, e investigadora en categoría Asociada en el Sistema Scienti – Colciencias en Colombia. Temas de interés en investigación: Gestión de la tecnología y la innovación, Logística y gestión de cadenas de suministro, Productividad, y Desarrollo de nuevos productos. Líder científica y coordinadora general en el Convenio 1032-2013.
ORCID: 0000-0001-6346-1128. Correo-e: helga.bermeo@unibague.edu.co

Nelson Javier Tovar Perilla. Ingeniero Industrial, especialista en Ingeniería de la Producción y magíster en Gestión Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia). Actualmente es candidato a doctor en Ingeniería de la Universidad de los Andes (Colombia). Profesor asociado de tiempo completo en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Ibagué. Integrante del grupo de investigación GINNOVA en la misma Institución. Temas de interés en investigación: Gestión de operaciones, Logística y gestión de cadenas de suministro de alimentos, Simulación de sistemas productivos y de servicios. Co-Investigador en el Convenio 1032-2013.
ORCID: 0000-0001-6330-4181. Correo-e: nelson.tovar@unibague.edu.co

Otros Co-Autores (Co-Investigadores del Proyecto Convenio 1032-2013)

Claudia Patricia Valenzuela Real. Ingeniera de Alimentos de la Universidad INCCA de Colombia (Colombia), especialista en Mercadeo Agropecuario de la Universidad del Tolima (Colombia), magíster en Ingeniería Agrícola – énfasis Poscosecha y Procesamiento de la Universidad Nacional de Colombia

(Colombia), con experiencia empresarial en las áreas de procesamiento de frutas, hortalizas y lácteos. Profesora titular de tiempo completo en el Programa de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima, Líder del grupo de investigación CEDAGRITOL en la misma Institución e investigadora en categoría Junior en el Sistema Scienti – Colciencias en Colombia. Temas de interés en investigación: Frutas y hortalizas, Poscosecha, Ciencia y Tecnología de conservación, Innovación tecnológica, Desarrollo de producto, Aprovechamiento de coproductos en el sector agrícola. Co-Investigadora Convenio 1032-2013.
ORCID: 0000-0003-4750-0259. Correo Electrónico: cpvalenz@ut.edu.co

Yanneth Bohórquez Pérez. Ingeniera Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia), especialista en Manejo poscosecha de vegetales perecederos agrícolas de la Universidad del Quindío. Magíster en Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de (Colombia), sede Bogotá. Actualmente profesora titular de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Agronómica, Programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Tolima; integrante del grupo de investigación CEDAGRITOL de la misma Institución, e investigadora en categoría Junior en el Sistema Scienti – Colciencias en Colombia. Temas de interés en investigación: Gestión tecnológica e innovación en el área agrícola, Gestión logística de cadenas productivas. Co-Investigadora Convenio 1032-2013.
ORCID: 0000-0002-5348-6345. Correo-e: ybohorq@ut.edu.co

Luis Felipe Lozada Valencia. Ingeniero Industrial de la Universidad de Ibagué, magíster en Administración de Empresas de la Universidad Viña del Mar (Chile) y magíster en Gestión Industrial con énfasis en Operaciones y Logística de la Universidad de Ibagué. En la actualidad es líder SENNOVA del grupo de investigación GESICOM del Centro de Comercio y Servicios – SENA Regional Tolima, e investigador en categoría Junior en el Sistema Scienti-Colciencias en Colombia. Sus áreas de interés científico se enfocan en: Metodología de la investigación, Dirección de proyectos, Logística empresarial, Productividad e innovación empresarial, Diseño, control y optimización de cadenas de abastecimiento. Co-Investigador Convenio 1032-2013.
ORCID: 0000-0002-2771-5714. Correo-e: felipe.lozada@misena.edu.co

Otros Co-Autores participantes (orden alfabético)

Andrea Milena Sánchez Riaño. Ingeniera Agroindustrial y magíster en Ciencias Agroalimentarias, ambos títulos de la Universidad del Tolima (Colombia). Con experiencia profesional en procesos de docentica, formación de nuevos investigadores y en investigación científica mediante la formulación, coordinación y desarrollo de proyectos de investigación, así como en la dirección de la TecnoAcademia Nodo Tolima del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA (Colombia). Temas de interés en investigación: Biocombustibles, Poscosecha en productos hortofrutícolas, Desarrollo de productos, Ciencia y tecnología de conservación.
ORCID: 0000-0002-2372-6547. Correo: andreamilena0801@gmail.com

Angie Marcela Ramírez Rubio. Ingeniera Industrial de la Universidad de Ibagué. En la actualidad es integrante del grupo de Investigación Ginnova y docente en el Programa de Ingeniería Industrial. Sus áreas de interés científico se enfocan en Investigación de Operaciones, Administración de Operaciones, Gestión de Proyectos.
Correo-e: angie.ramirez@unibague.edu.co

Carlos Antonio Meisel Donoso. Ingeniero Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia), magister en Ingeniería Industrial en la Universidad de los Andes (Colombia), y doctor en Logística de Montanuniversität Leoben (Austria). Director y profesor de tiempo completo en el Programa de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué, e integrante del grupo de investigación GINNOVA en la misma Institución. Temas de interés en investigación: Logística y Gestión de Cadenas de Suministro, Productividad Empresarial, Gestión de Proyectos.
ORCID: 0000-0002-2569-2256
Correo-e: carlos.meisel@unibague.edu.co

Carolina Saavedra Moreno. Ingeniera Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia), magíster en Gestión Industrial con énfasis en Operaciones y Logística de la Universidad de Ibagué (Colombia) y actualmente estudiante

del Doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia (Colombia). Profesora de tiempo completo en el Programa de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué, además integrante del grupo de investigación GINNOVA en la misma Institución. Temas de interés en investigación: Gestión de operaciones, Logística y gestión de redes de suministro, especialmente en el área de servicios. ORCID: 0000-0002-6569-7932. Correo-e: carolina.saavedra@unibague.edu.co

Claudia Patricia Rondón Poloche. Tecnóloga en Formulación de Proyectos del SENA Tolima con estudios en Ingeniería Industrial de la Universidad de Ibagué. Diplomada en Vigilancia Tecnológica de la Universidad del Tolima en alianza con el Centro de Productividad del Tolima (Colombia). Temas de interés en investigación: Poscosecha de frutas y hortalizas, Innovación social y Desarrollo tecnológico empresarial.
Correo: claupatro08@gmail.com

Dora Luz González Bañales. Licenciada en Informática del Instituto Tecnológico de Durango/Tecnológico Nacional de México, con maestría en Administración de Sistemas de Información en Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey (México), y doctorado en Integración de Tecnologías de Información en las Organizaciones por parte de la Universidad Politécnica de Valencia (España), con modalidad doctorado europeo. Profesora-investigadora en el Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Durango / Tecnológico Nacional de México. Sus áreas de interés en investigación son: Modelos de negocio basados en tecnología web, User eXperience, Usabilidad, Design thinking, Innovación educativa, Marketing digital.
ORCID: 0000-0003-4696-7519. Correo: doraglez@itdurango.edu.mx

Erika Alejandra Patiño Moreno. Publicista de la Universidad Cátolica de Manizales (Colombia), especialista en Gerencia de Mercadeo de la Universidad del Rosario (Colombia) y máster en Mercadeo de la Universidad Externado de Colombia (Colombia). Fue profesora del Programa de Mercadeo en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Ibagué, e

integrante del grupo de investigación UNIDERE en la misma Institución. Actualmente consultora empresarial en Marketing y empresaria en el sector de Restaurantes.
Correo-e: erika.patino@unibague.edu.co

Jaime Alberto Villada Garcés. Ingeniero Agroindustrial de la Universidad del Tolima (Colombia), especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Tolima, magíster en Gestión Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia). Investigador SENNOVA e integrante del grupo de investigación GESICOM en el SENA, Regional Tolima. Temas de interés en investigación: Gestión de la tecnología y la innovación; Gestión logística y de cadenas de suministro; Planeación y desarrollo urbano territorial; Estado, seguridad y defensa multidimensional.
ORCID: 0000-0002-1748-7236. Correo: javilladag@sena.edu.co

Jhusty Meliza Moreno Henao. Ingeniera Agroindustrial de la Universidad del Tolima, candidata a magíster en Desarrollo Rural en la misma Universidad. Temas de interés en investigación: Poscosecha de frutas y hortalizas, Agroindustria comunitaria, Innovación social y Desarrollo Tecnológico.
Correo: jmmorenoh@ut.edu.co

Joaquín Eduardo Carrillo Orjuela. Tecnólogo en Contabilidad y Finanzas del SENA Regional Tolima, estudiante de pregrado en Contaduría Pública de la Universidad Cooperativa de Colombia. Actualmente investigador SENNOVA del grupo de investigación GESICOM en SENA Regional Tolima. Sus áreas de interés se enmarcan en la Gestión contable, administrativa y financiera, y la Gestión de la tecnología y la innovación.
ORCID: 0000-0001-6577-0530. Correo-e: cojoaquin@misena.edu.co

José Fidel Torres Delgado. Ingeniero Eléctrico y Matemático y magíster de la Universidad de los Andes (Colombia), magíster en Automática Industrial y Computación y doctorado en Automática Industrial y Computación de la Université de Toulouse (Francia). Actualmente, es profesor asociado en el Departamento de

Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes (Colombia). Temas de interés en investigación: Programación de producción, Logística y gestión de cadenas de suministro y Simulación de sistemas productivos y de servicios.
ORCID: 0000-0001-7379-6212. Correo-e: ftorres@uniandes.edu.co

Miguel Ignacio Gómez. Ingeniero Industrial de la Universidad de Los Andes (Colombia), magíster en Economía Agropecuaria y del Consumidor y doctor en Economía Agraria y del Consumidor de la Universidad de Illinois (EE.UU.). Actualmente, es profesor asociado en Charles H. Dyson School of Applied Economics and Management y miembro del David R. Atkinson Center for a Sustainable Future en la Universidad de Cornell (EE.UU.). Temas de interés en investigación: Distribución y comercialización de alimentos, Sostenibilidad de las cadenas de suministro de alimentos, Análisis de precios, y Métodos cuantitativos aplicados.
ORCID: 0000-0002-3591-5249. Correo-e: mig7@cornell.edu

Omar Arley Arenas Quimbayo. Ingeniero industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia), magíster en Gestión Industrial con énfasis en Operaciones y Logística de la Universidad de Ibagué (Colombia). Líder de Evaluación y Certificación de Competencias Laborales del Centro de Comercio y Servicios SENA Regional Tolima, además integrante del grupo de investigación GESICOM de la misma institución, e investigador en categoría Junior en el Sistema Scienti-Colciencias en Colombia. Temas de interés en investigación: Gestión logística y de cadenas de suministro, Gestión de la tecnología y la innovación, Productividad empresarial, y Desarrollo de nuevos productos.
ORCID: 0000-0003-2697-4324. Correo: omararleyarenas@gmail.com

Sindy Lorena Nieto Jara. Negociadora Internacional de la Universidad del Tolima (Colombia), magíster en Dirección de Proyectos de la Universidad Viña del Mar (Chile). Profesora de tiempo completo en la Universidad Reminton e Instructora en Negocios Internacionales del SENA Regional Antioquia. Entre los temas de interés se encuentran: Logística internacional, Ciudades inteligentes, Inteligencia de mercados y Prospectiva tecnológica.
ORCID: 0000-0001- 7688-041X. Correo: lorenanieto189@gmail.com

Logística para la integración de valor en el Sector Hortofrutícola del Tolima

El mejoramiento de sectores productivos estratégicos para el desarrollo del Tolima, requiere el esfuerzo conjunto de diversos actores regionales y nacionales, que articulados en alianzas de tipo universidad-empresa-Estado, disponen de sus recursos, estructuras y conocimientos para tal fin. Este libro recoge los fundamentos que desde el ámbito de la ciencia y la tecnología fueron aplicados, así como los resultados obtenidos, en el mejoramiento desde el punto de vista de la gestión operativa y logística, del Sector Hortofrutícola del Tolima.

Universidad de Ibagué
Comprometidos con el desarrollo regional

Universidad del Tolima

SENA

Gobernación del Tolima

Soluciones que transforman

SGR Sistema General de Regalías

COLCIENCIAS Ciencia, Tecnología e Innovación

https://ediciones.unibague.edu.co/
http://portallibros.ut.edu.co/
http://biblioteca.sena.edu.co /

ISBN: 978-958-754-312-4