



Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Perspectivas tecnológicas y comerciales para el cultivo de piña en Colombia

Diego Hernando Flórez Martínez

Sandra Paola González Cerón

Diana María Ruíz Ramírez

Claudia Patricia Uribe Galvis

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Perspectivas tecnológicas y comerciales para el cultivo de piña en Colombia

Diego Hernando Flórez Martínez

Sandra Paola González Cerón

Diana María Ruíz Ramírez

Claudia Patricia Uribe Galvis

AGROSAVIA
EDITORIAL

Mosquera, Colombia, 2020

Flórez Martínez, Diego Hernando

Perspectivas tecnológicas y comerciales para el cultivo de piña en Colombia / Diego Hernando Flórez Martínez [y otros tres] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

224 páginas (Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario)

Incluye referencias bibliográficas, tablas, fotos

ISBN e-book: 978-958-740-350-3

1. *Ananas comosus* 2. Cultivo 3. Cambio tecnológico 4. Buenas prácticas 5. Factores de producción 6. Análisis económico I. Sandra Paola González Cerón II. Diana María Ruíz Ramírez III. Claudia Patricia Uribe Galvis

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Colección Análisis y Reflexiones en torno al Sector Agropecuario

Fecha de recepción: 18 de febrero de 2019

Fecha de evaluación: 25 de febrero de 2019

Fecha de aceptación: 18 de octubre de 2019

Publicado: junio de 2020

Preparación editorial

Editorial agrosavia

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Luz Ángela Uscátegui C.

Fotos portadillas: Banco de fotos AGROSAVIA

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7403503>

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

<http://www.agrosavia.co>

Citación sugerida: Flórez Martínez, D. H., González Cerón, S. P., Ruíz Ramírez, D. M., & Uribe Galvis, C. P. (2020). *Perspectivas tecnológicas y comerciales para el cultivo de piña en Colombia*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Introducción	19
--------------	----

Capítulo I

Generalidades del cultivo de piña <i>(Ananas comosus</i> [L.] Merr.)	23
Origen y distribución de la piña (<i>Ananas comosus</i>)	23
Morfología y taxonomía	25
Exigencia de clima y suelo	27
Información nutricional	27
Variedades y cultivares	30
Usos	35
Aprovechamiento de subproductos	36
Criterios de calidad	38
Marco normativo y organizacional de la piña en Colombia	39

Capítulo II

Evolución de la investigación en el cultivo de piña <i>(Ananas comosus</i> [L.] Merr.) en el mundo	43
La piña en el contexto de investigación en horticultura	43
Evolución de las principales problemáticas y enfoques de trabajo en las principales áreas temáticas	46
Material de siembra y mejoramiento genético	48
Manejo sanitario y fitosanitario	49
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	55
Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	61
Calidad e inocuidad de insumos y productos	64
Perspectivas de investigación	66

Capítulo III

Análisis del entorno económico y productivo de piña (<i>Ananas comosus</i> [L.] Merr.) en Colombia y el mundo	69
Referentes internacionales del cultivo de piña	69
Área cosechada, producción y rendimiento	69
Precios al productor	74
Exportaciones e importaciones	74
Consumo	85
Referentes nacionales del cultivo de piña	86
Área cosechada, producción y rendimiento	87
Precios al productor	89
Exportaciones e importaciones	90
Consumo	95
La piña en el contexto comercial de frutas tropicales de Colombia	96
Área cosechada, producción y rendimiento en el nivel nacional	96
Exportaciones e importaciones	98
Consumo	99
Retos y tendencias para la piña como producto comercial	100
Análisis DOFA del entorno económico y productivo	101

Capítulo IV

Análisis del entorno científico, tecnológico y de capacidades en investigación para el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> [L.] Merr.) en Colombia y el mundo	107
Referentes internacionales en investigación básica y aplicada del cultivo de piña	107

Referentes internacionales en investigación básica	108
Referentes internacionales en investigación aplicada	134
Referentes nacionales en investigación básica y aplicada del cultivo de piña	145
Referentes nacionales en investigación básica	145
Referentes nacionales en investigación aplicada	149
Marcas y otros signos distintivos de la piña en Colombia	150
Comportamiento global de la investigación en piña frente a otras frutas tropicales de importancia económica	150
Capacidades nacionales en investigación sobre piña	153
Demandas de investigación <i>vs.</i> proyectos de investigación	153
Grupos de investigación	156
Unidades de asistencia técnica	157
De la investigación sobre piña en AGROSAVIA	158
Análisis DOFA del entorno científico, tecnológico y de capacidades	158

Capítulo V

Evaluación comparativa (<i>benchmarking</i>) para el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i> [L.] Merr.) en Colombia: perspectivas tecnológicas y comerciales	163
Cadena productiva y <i>benchmarking</i>	163
Cadena productiva	164
Análisis comparativo (<i>benchmarking</i>)	165
Modelo de la cadena productiva de la piña	165
Actores clave para la estructuración de la cadena	167
<i>Benchmarking</i> de la cadena productiva de la piña	169

Entorno productivo	179
Entorno comercial	180
Entorno normativo y organizacional	182
Entorno tecnológico	183
Mejor práctica	184
Análisis de brechas	185

Capítulo VI

Directrices estratégicas para el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Colombia	191
Directrices a corto plazo	192
Directrices a mediano plazo	194
Directrices a largo plazo	196
Los autores	199
Referencias	203
Anexo. Tablas <i>benchmarking</i>	211

Lista de figuras

Figura 1	Centro de origen de la piña y distribución actual	24
Figura 2	Estructuras morfológicas de la planta de piña	26
Figura 3	Contenidos nutricionales estándar	29
Figura 4	Cienciometría de simposios internacionales sobre piña de la ISHS (2019) publicados en <i>Acta Horticulturae</i> e indexados en Scopus	44
Figura 5	Focalización de áreas temáticas de investigación sobre piña en la ISHS	45
Figura 6	Red de clústeres (arriba) y mapa de calor (abajo) de las investigaciones sobre piña en la ISHS.	47
Figura 7	Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña en el mundo	70
Figura 8	Principales países productores de piña en el mundo según área cosechada	71
Figura 9	Principales productores de piña en el mundo según producción	73
Figura 10	Precios para el productor de piña en el mundo y principales referentes	74
Figura 11	Exportaciones e importaciones mundiales de piña en fresco 2014-2018	75
Figura 12	Participación en las exportaciones según valor y cantidad en 2018	76
Figura 13	Participación en las importaciones por países según valor y cantidad en 2018	77
Figura 14	Participación en las importaciones según valor y cantidad en 2018	80
Figura 15	Países exportadores y mercados importadores de piña en conserva en 2018	81
Figura 16	Exportaciones e importaciones mundiales de jugo de piña según valor y cantidad	82

Figura 17	Referentes internacionales del comercio de jugo de piña $\leq$ a 20 °Brix en 2019	83
Figura 18	Referentes internacionales del comercio de jugo de piña $>$ a 20 °Brix en 2018	84
Figura 19	Consumo aparente y per cápita de piña en fresco en el mundo	85
Figura 20	Países referentes en consumo aparente y per cápita de piña en 2017	86
Figura 21	Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña a nivel nacional	87
Figura 22	Área cosechada y producción de la piña en los principales departamentos	88
Figura 23	Exportaciones e importaciones de piña en fresco según valor y cantidad (2014-2018)	90
Figura 24	Principales mercados de piña en fresco para Colombia en 2018	91
Figura 25.	Exportaciones e importaciones de conserva de piña según valor y cantidad	92
Figura 26	Exportaciones e importaciones de conserva de piña por países según valor y cantidad	93
Figura 27	Exportaciones e importaciones de jugo de piña según valor y cantidad	94
Figura 28	Mercados importadores de jugo de piña $>$ a 20 °Brix en 2016	95
Figura 29	Consumo aparente de piña en fresco a nivel nacional	96
Figura 30	Área cosechada, producción y rendimiento de las principales frutas tropicales	97
Figura 31	Exportaciones e importaciones de las principales frutas tropicales	98
Figura 32	Consumo aparente de frutas tropicales a nivel nacional	99

Figura 33	Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	108
Figura 34	Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de manejo sanitario y fitosanitario (2010-2017)	109
Figura 35	Principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	111
Figura 36	Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	113
Figura 37	Dinámica de las publicaciones internacionales sobre el tema “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017)	114
Figura 38	Cinco principales fuentes de consulta internación para el tema “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017).	114
Figura 39	Principales investigadores internacionales para la temática “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017)	115
Figura 40	Principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de material de siembra y mejoramiento genético, organizaciones e investigadores referente (2010-2017)	117
Figura 41.	Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación (2010-2017)	118
Figura 42	Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)	119
Figura 43	Principales investigadores internacionales para la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)	123

Figura 44	Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)	123
Figura 45	Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	124
Figura 46	Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (2010-2017)	125
Figura 47	Principales investigadores internacionales para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	126
Figura 48	Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	128
Figura 49	Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	128
Figura 50	Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de calidad e inocuidad de insumos y productos (2010-2017)	130
Figura 51	Principales investigadores internacionales para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	133
Figura 52	Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	133
Figura 53	Organizaciones líderes en patentes concedidas para la piña como objeto de interés	143
Figura 54	Principales países de aplicación de patentes de piña y países líderes por nacionalidad de inventores	144

Figura 55	Dinámica de publicaciones científicas sobre frutas tropicales de importancia económica	150
Figura 56	Participación de frutales tropicales de importancia económica en el total de artículos y publicaciones científicas en el área de conocimiento de agricultura y ciencias biológicas en el mundo.	151
Figura 57	Publicaciones internacionales de Colombia sobre frutales de importancia económica en el área de agricultura y ciencias biológicas	151
Figura 58	Participación de organizaciones del SNIA en la revisión de Agenda de I+D+i, cadena de la piña.	154
Figura 59	Demandas de la cadena de la piña por departamento	154
Figura 60	Relación de demandas por área temática y departamentos priorizados	155
Figura 61	Concentración de demandas y oferta (proyectos) de la cadena por área temática	156
Figura 62	Modelo estándar para cadenas productivas de frutales	168
Figura 63	Análisis del entorno productivo para el cultivo de piña	180
Figura 64	Análisis del entorno comercial para el producto “piña en fresco”	180
Figura 65	Análisis del entorno comercial para el producto “piña en conservas”	181
Figura 66	Análisis del entorno comercial para el producto “jugo de piña”	182
Figura 67	Análisis del entorno normativo y organizacional para el cultivo de piña	182
Figura 68	Análisis del entorno tecnológico para el cultivo de piña	183
Figura 69	Identificación de la mejor práctica.	185



Lista de tablas

Tabla 1	Factores morfológicos y taxonómicos clave del cultivo de piña	25
Tabla 2	Contenido nutricional de variedades comerciales de piña (100 g de producto en fresco)	28
Tabla 3	Características de la piña en función de su composición química	30
Tabla 4	Variedades protegidas de piña (<i>Ananas comosus</i>) en el mundo	31
Tabla 5	Clasificación comercial de variedades de piña	33
Tabla 6	Principales subproductos de la piña (<i>Ananas comosus</i>) y sus usos	37
Tabla 7	Focos de acción en material de siembra y mejoramiento genético de la piña	50
Tabla 8	Principales focos en investigación de plagas, nematodos y arvenses en el cultivo de piña	52
Tabla 9	Temas de trabajo en poscosecha de la piña	57
Tabla 10	Factores clave para el mercado de piña	62
Tabla 11	Focos de investigación en calidad en la cadena de valor de la piña	65
Tabla 12	Referentes en exportaciones y mercados clave de la piña en fresco	78
Tabla 13	Matriz DOFA: entorno económico y productivo	102
Tabla 14	Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	110
Tabla 15	Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	111
Tabla 16	Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	113

Tabla 17	Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	116
Tabla 18	Análisis cuantitativo del contexto internacional de la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)	120
Tabla 19	Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)	122
Tabla 20	Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	125
Tabla 21	Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	126
Tabla 22	Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)	127
Tabla 23	Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	129
Tabla 24	Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	131
Tabla 25	Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)	132
Tabla 26	Ecuaciones estructurales de patentometría en piña	135
Tabla 27	Referentes en investigación aplicada	139

Tabla 28	Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo sanitario y fitosanitario de la piña y otras frutas tropicales	146
Tabla 29	Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales	147
Tabla 30	Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales	148
Tabla 31	Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales	149
Tabla 32	Referentes internacionales en investigación para frutales tropicales de importancia económica	152
Tabla 33	Investigación sobre piña de AGROSAVIA	158
Tabla 34	Análisis DOFA	159
Tabla 35	Escala de valoración de variables y subvariables	169
Tabla 36	Análisis de la mejor práctica	184
Tabla 37	Valoración de la brecha para Colombia frente a la mejor práctica identificada	186
Tabla 38	Directrices a corto plazo	192
Tabla 39	Directrices a mediano plazo	194
Tabla 40	Directrices a largo plazo	196



Introducción

La piña, ananá o abacaxi (*Ananas comosus* [L.] Merr.) es uno de los cultivos de frutales con la mayor dinámica de crecimiento en producción, áreas cultivadas y diversificación de productos y subproductos derivados de las actividades de cosecha, poscosecha y transformación (García Tain, Pérez Padrón, García Pereira & Hernández Gómez, 2011). Esta dinámica se ve influenciada por factores externos e internos a la producción de piña en fresco como producto último de consumo y materia prima de otro tipo de productos (dulces, jugos, pulpas, conservas, etc.). Así, es necesario considerar factores como las características propias de cada nicho de mercado, las exigencias en volumen y calidad, los estándares del mercado, las buenas prácticas de comercialización, los canales de distribución genéricos y especializados, así como los avances tecnológicos relacionados con la productividad del cultivo, desde los nuevos enfoques de agricultura, patrones de producción, esquemas de control de plagas y enfermedades, buenas prácticas agrícolas, producción orgánica, agricultura sostenible y aprovechamiento de la agrobiodiversidad, entre otros. También existen factores de comercio exterior para potenciar el desarrollo de productos de valor agregado, como aranceles a productos agropecuarios y alimentarios, barreras de comercio internacional y volatilidad en los precios, entre otros, que hacen necesario conocer las mejores prácticas en entornos referentes que permitan evaluar y direccionar acciones para reducir la brecha competitiva.

Buenas prácticas como la integración vertical, la infraestructura orientada a la exportación, la tecnificación de explotaciones, los centros de procesamiento en productos de valor agregado, los mecanismos de colaboración y confianza entre diferentes actores y los servicios de extensión agropecuaria, entre otros, inciden en factores de producción, trazabilidad y calidad.

Este contexto hace necesaria la identificación de tendencias mundiales tecnológicas (investigación científica) y comerciales (desarrollo de productos y mercadeo), así como los esfuerzos nacionales para la construcción de un marco de referencia, en pro de la formulación de directrices futuras para el cultivo y la cadena. Este estudio parte de las generalidades propias del cultivo de piña y la implementación de herramientas de gestión estratégica—como la vigilancia tecnológica (nacional y en referentes competidores), la vigilancia comercial (balanza comercial, tendencias del consumo y portafolios de productos tanto en el país como en exterior), el análisis comparativo (*benchmarking*) y el análisis de brechas (diseño de mejores prácticas)— para la construcción de lineamientos que sirvan de insumo para la validación y priorización de futuras iniciativas de investigación, desarrollo e innovación.

Este documento se construye como un estudio exploratorio para el fortalecimiento de la cadena productiva de la piña en Colombia. Al respecto, contempla aspectos de las variables tanto comercial como tecnológica que permitan fortalecer los procesos de formulación, ejecución y evaluación de la Agenda de Investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), así como establecer lineamientos estratégicos y conocer la dinámica del entorno frente al producto en cuestión para los sectores agropecuario y agroindustrial. De igual manera, el trabajo constituye un insumo para la visión prospectiva del producto, en el marco de los proyectos de investigación asociados al producto *piña* en la Agenda de Investigación de AGROSAVIA, específicamente en la red de frutales. Al tiempo, es un análisis contextual de la piña para la orientación de la política pública en materia de ciencia, tecnología e innovación e insumos para la toma de decisiones en el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA).





Capítulo I

Generalidades del cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.)

El objetivo de este capítulo es presentar el marco de referencia del cultivo de piña desde factores biológicos, agronómicos, taxonómicos, ambientales y nutricionales, entre otros; identificar elementos asociados al origen y la distribución del material vegetal y usos como producto primario y transformado, así como elementos relevantes a nivel de composición química. Finalmente se presenta el marco normativo y organizacional del cultivo de piña en el contexto colombiano, como preámbulo al foco de estudio.

Origen y distribución de la piña (*Ananas comosus*)

El centro de origen y diversidad de la piña se ubica en Suramérica y las Antillas, con dos posibles rutas de propagación a través del continente desde el suroeste de Brasil y desde la cuenca guaraní, donde se distribuyeron de sur a norte a través de los Andes hasta el Caribe (Coppens-d'Eeckenbrugge & Leal, 2003). A partir de este centro de origen, la piña se ha distribuido por diferentes rutas comerciales desde la Colonia hasta la época moderna y su cobertura geográfica actual se atribuye a características diferenciales de tolerancia a la sequía y facilidad de propagación del material vegetal (figura 1).

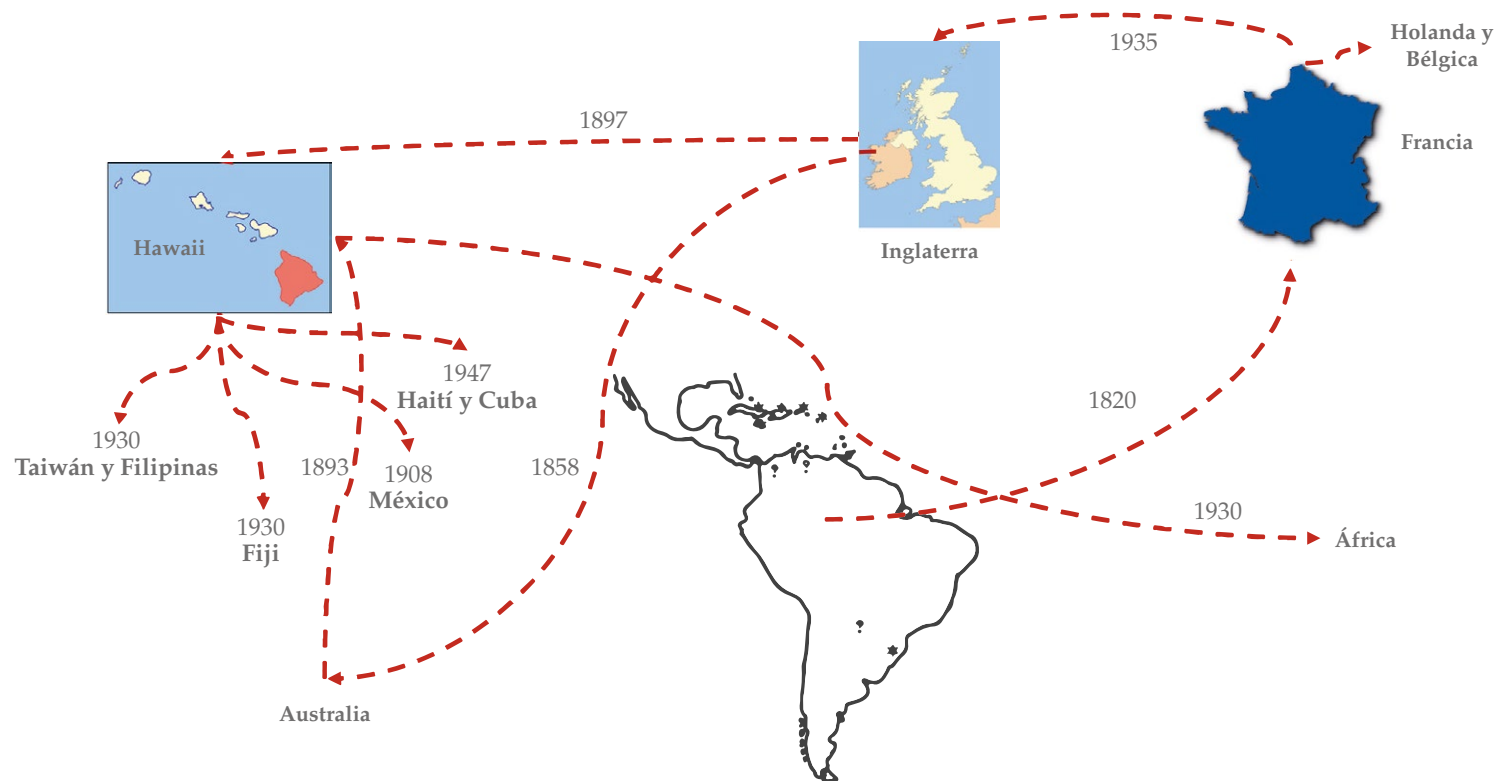


Figura 1. Centro de origen de la piña y distribución actual.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en *Origen, distribución y diversidad de la piña* (2015)

Morfología y taxonomía

La piña (*Ananas comosus*) es una herbácea perenne de la familia de los Liliopsidae (monocotiledóneos), cuya inflorescencia terminal da origen a una fruta múltiple. En la tabla 1 se sintetizan los factores morfológicos y taxonómicos clave.

Tabla 1. Factores morfológicos y taxonómicos clave del cultivo de piña

Ítem	Descriptor
Familia, género y especie	Bromeliácea; <i>Ananas</i> ; <i>Comosus</i> ; Merr.
Nombre científico	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.
Origen	Zonas tropicales de Brasil y Paraguay, en especial de la cuenca del río Paraná.
Planta (figura 2)	Planta herbácea y perenne que puede alcanzar 1,5 m de altura. Está formada por las siguientes estructuras: raíz, tallo, hojas, pedúnculo, flores, fruto, corona y colinos.
Raíces	Raíces cortas, delgadas, con muchas raicillas superficiales que se renuevan constantemente.
Tallo	Del centro de la planta sale un eje (escapo) de crecimiento longitudinal que sostiene una inflorescencia o espiga con brácteas verdes o rojas.
Hojas	Hojas alargadas de 30-100 cm, con bordes lisos espinosos, provistas de células especializadas en almacenar agua.
Flores	Flores de color blanco o violeta claro de las que más tarde se formarán los frutos, numerosas y de tres pétalos. Se agrupan en inflorescencias en espiga de 30 cm de longitud y de tallo engrosado.
Fruto	Las flores desarrollan frutos en forma de baya sin necesidad de la fecundación, que juntamente con el eje de la inflorescencia y las brácteas dan lugar a una infrutescencia carnosa. En su superficie se distinguen las cubiertas cuadradas y aplanadas de los frutos individuales.

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Ítem	Descriptor
Variedades principales desde la clasificación taxonómica y características morfológicas	• <i>A. comosus</i> var. <i>ananassoides</i> (antes dos especies: <i>A. ananassoides</i> y <i>A. nanus</i>) • <i>A. comosus</i> var. <i>bracteatus</i> (antes dos especies: <i>A. bracteatus</i> y <i>A. fritzmuelleri</i>) • <i>A. comosus</i> var. <i>comosus</i> (antes <i>A. comosus</i>) • <i>A. comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (antes <i>A. lucidus</i>; antes <i>A. erectifolius</i>) • <i>A. comosus</i> var. <i>parguazensis</i> (antes <i>A. parguazensis</i>) • <i>A. macrodontes</i> (antes <i>Pseudananas sagenarius</i>) Generalmente las variedades de piña están distribuidas a través de las zonas tropicales y la producción de semilla es poco frecuente, toda vez que presenta fertilidad combinada reducida con autoincompatibilidad.

Fuente: Coppens-d'Eeckenbrugge & Leal (2003)

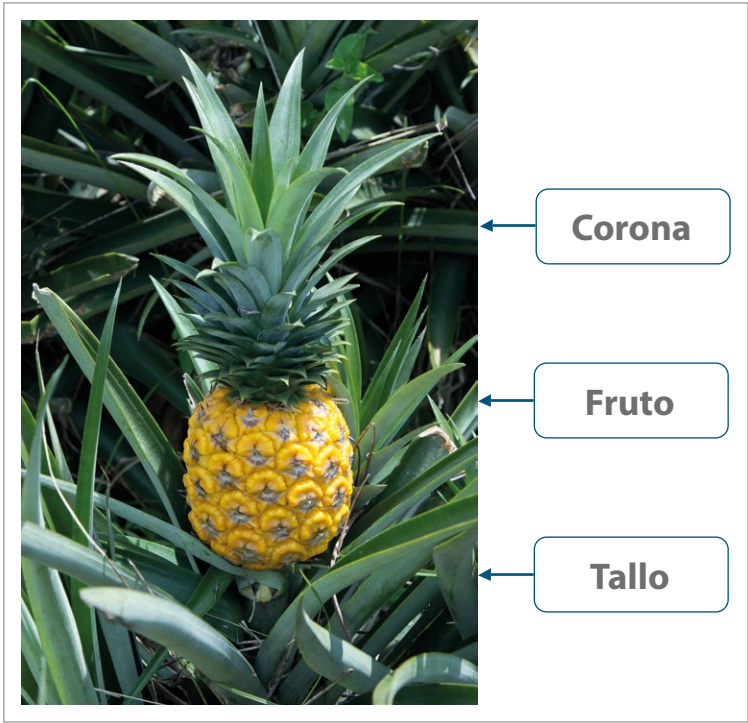


Figura 2. Estructuras morfológicas de la planta de piña.
Fuente: Elaboración propia

Exigencia de clima y suelo

Varios factores como la temperatura, la pluviosidad, la localización, el tipo de suelos, el drenaje y los requerimientos nutricionales inciden en el desarrollo y la producción de la piña en ecosistemas controlados (Hossain, 2016):

- Un rango de temperatura entre 18 °C y 32 °C es el más favorable. Por debajo o por encima de este rango el crecimiento de la planta decrece significativamente.
- Su nivel de productividad es óptimo en ambientes secos con baja pluviosidad y regímenes de irrigación bajos.
- Buen drenaje para evitar la acumulación de agua; alto contenido de materia orgánica y un pH entre 4,5 y 5,5.
- Se puede cultivar hasta una elevación de 1.100 m s. n. m. si estos lugares están libres de heladas, tienen una alta humedad atmosférica y una precipitación promedio de 760-1.000 mm.

Información nutricional

El elevado consumo de piña en el mundo se debe a su jugoso, delicioso y aromático sabor, consecuencia de un balance sensorial ácido-dulce, con colores que varían de blanco crema a amarillo. Por su contenido nutricional es una fuente importante de azúcares, ácidos orgánicos, minerales esenciales, fibra y vitaminas; de igual manera, presentan contenidos importantes de antioxidantes como el ácido ascórbico, flavonoides y carotenoides. Sus características organolépticas dependen de la variedad específica, en las que varía la composición química. En la tabla 2 se presenta el contenido nutricional de las variedades comerciales de referencia de piña (Smooth Cayene; MD-2) establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) frente al estándar nutricional de piña para Colombia, establecido por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) para la variedad MD-2.

Tabla 2. Contenido nutricional de variedades comerciales de piña (100 g de producto en fresco)

Componente	Unidad	Smooth Cayene	MD-2	Valores de referencia FAO	Valores de referencia del ICBF
Agua	g	87,24	85,66	86,06	86,5
Energía	kcal	45	51	-	56
Proteína	g	0,55	0,53	-	0,6
Lípidos totales	g	0,13	0,11	-	0,1
Carbohidratos por diferencia	g	11,82	13,50	-	
Azúcares totales	g	8,29	10,32	-	12,4
Sucrosa	g	4,59	6,47	-	-
Glucosa	g	1,76	1,70	-	-
Fructosa	g	1,94	2,15	-	-
Fibra	g	1,4	1,4	-	1,7
Minerales					
Calcio (Ca)	mg	13	13	10,88	8
Hiero (Fe)	mg	0,25	0,28	0,28	0,4
Magnesio (Mg)	mg	12	20	-	5
Fósforo (P)	mg	9	13	-	9
Potasio (K)	mg	125	178	-	106
Sodio (Na)	mg	1	2	-	1
Zinc (Zn)	mg	0,08	0,20	0,10	0,1
Cobre (Cu)	mg	0,081	0,113	-	-
Manganeso (Mn)	mg	1,593	0,818	-	-
Selenio (Se)	µg	0,0	0,1	-	-
Vitaminas					
Vitamina C	mg	16,9	56,4	-	2
Tiamina	mg	0,078	0,080	-	0,07
Riboflavina	mg	0,029	0,033	-	0,04
Niacina	mg	0,106	0,507	-	0,2
Vitamina B6	mg	0,106	0,114	-	-
Ácido fólico	µg	-	19	-	-
Vitamina A	µg	3	3	-	-
Vitamina E	mg	-	0,02	-	-

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Componente	Unidad	Smooth Cayene	MD-2	Valores de referencia FAO	Valores de referencia del ICBF
Vitaminas					
Vitamina D	µg	0,0	-	-	-
Vitamina K	µg	0,7	0,7	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF, 2018); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) y U. S. Department of Agriculture (USDA, 2018)

La piña es una importante fuente de azúcares, ácidos orgánicos, minerales esenciales, fibra y vitaminas para la nutrición humana. A su vez, es rica en antioxidantes esenciales como el ácido ascórbico, flavonoides y carotenoides (figura 3). Sus características sensoriales y su composición química dependen de la variedad específica. En la tabla 3 se sintetizan las características específicas que le confieren a la piña su composición química.



Figura 3. Contenidos nutricionales estándar.
Fuente: Elaboración propia a partir de De Begoña, Sánchez-Moreno y González-Aguilar (2017)

Tabla 3. Características de la piña en función de su composición química

Componente clave	Características
Contenido de ácidos orgánicos	Contribuyen al sabor y gusto de la piña, principalmente los ácidos cítricos, málico y quinolínico. La relación proporcional ácido cítrico/ácido málico se considera un índice de autenticidad de los productos de piña (proporción > 2).
pH, sólidos solubles totales y acidez titulable	Determinar la relación contenido de sólidos solubles/ acidez titulable permite medir la calidad de la piña ($20 < \text{proporción} < 40$).
Color	Parámetro de calidad para la cosecha del fruto y para evaluar la calidad de la pulpa como producto comercial. Madurez fisiológica y calidad de consumo.
Componentes volátiles	Influencian el aroma de la piña, así como las preferencias de selección y compra. Para la piña se han identificado cerca de 280 componente volátiles, de los cuales el 3-metil-acetoxy-hexanoato y el 3-methiorpropanato le confieren su aroma característico.
Contenido de bromelaína	Enzima proteolítica que contribuye al proceso digestivo en la ruptura de cadena proteicas.

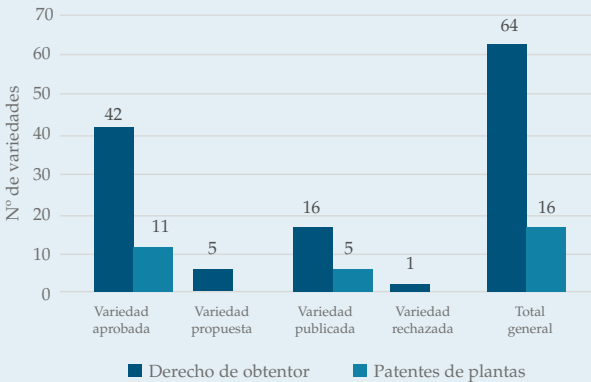
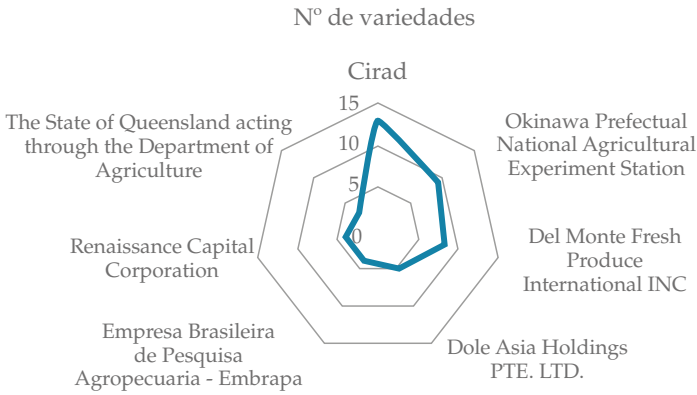
Fuente: Elaboración propia a partir de información en De Begoña et al. (2017)

Variedades y cultivares

Existen al menos 100 variedades de piña (De Begoña et al., 2017), sin embargo, solo de seis a ocho son cultivadas comercialmente; de estas el híbrido MD-2 representa un poco más del 50% de la piña cultivada en el mundo (Joy & Anjana, 2013).

Acorde con la base de datos de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), las variedades protegidas abarcan 80 registros para piña, de las cuales 53 se encuentra aprobadas, cinco han sido propuestas, 21 han sido ya publicadas y una ha sido rechazada. En la tabla 4 se presenta el análisis de los registros para piña en la UPOV.

Tabla 4. Variedades protegidas de piña (*Ananas comosus*) en el mundo

Descriptor	Análisis																		
Mecanismos de protección y estado actual	De las 80 variedades de piña registradas en la UPOV, 64 corresponden a derechos de obtentor y 16 a patentes de plantas. De los 64 derechos de obtentor, 42 están en estado de aprobado, 16 publicados, 5 propuestas y una rechazada. De las patentes, 11 están aprobadas y 5 publicadas.  <table><caption>Data for Bar Chart: N° de variedades by Mechanism and Status</caption><tr><th>Mechanism</th><th>Variedad aprobada</th><th>Variedad propuesta</th><th>Variedad publicada</th><th>Variedad rechazada</th><th>Total general</th></tr><tr><td>Derecho de obtentor</td><td>42</td><td>5</td><td>16</td><td>1</td><td>64</td></tr><tr><td>Patentes de plantas</td><td>11</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td><td>16</td></tr></table>	Mechanism	Variedad aprobada	Variedad propuesta	Variedad publicada	Variedad rechazada	Total general	Derecho de obtentor	42	5	16	1	64	Patentes de plantas	11	0	5	0	16
Mechanism	Variedad aprobada	Variedad propuesta	Variedad publicada	Variedad rechazada	Total general														
Derecho de obtentor	42	5	16	1	64														
Patentes de plantas	11	0	5	0	16														
Poseedores del derecho de obtentor o patente de plantas	El Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo de Francia (Cirad, por su sigla en francés) cuenta con 13 variedades protegidas, la estación experimental agrícola de la prefectura de Okinawa cuenta con 9 variedades protegidas, la multinacional Del Monte con 8, Dole Asia Internacional con 5 variedades protegidas y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) con 4.  <table><caption>Data for Radar Chart: N° de variedades by Owner</caption><tr><th>Owner</th><th>N° de variedades</th></tr><tr><td>Cirad</td><td>13</td></tr><tr><td>Okinawa Prefectural National Agricultural Experiment Station</td><td>9</td></tr><tr><td>Del Monte Fresh Produce International INC</td><td>8</td></tr><tr><td>Dole Asia Holdings PTE. LTD.</td><td>5</td></tr><tr><td>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - Embrapa</td><td>4</td></tr><tr><td>Renaissance Capital Corporation</td><td>0</td></tr><tr><td>The State of Queensland acting through the Department of Agriculture</td><td>0</td></tr></table>	Owner	N° de variedades	Cirad	13	Okinawa Prefectural National Agricultural Experiment Station	9	Del Monte Fresh Produce International INC	8	Dole Asia Holdings PTE. LTD.	5	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - Embrapa	4	Renaissance Capital Corporation	0	The State of Queensland acting through the Department of Agriculture	0		
Owner	N° de variedades																		
Cirad	13																		
Okinawa Prefectural National Agricultural Experiment Station	9																		
Del Monte Fresh Produce International INC	8																		
Dole Asia Holdings PTE. LTD.	5																		
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - Embrapa	4																		
Renaissance Capital Corporation	0																		
The State of Queensland acting through the Department of Agriculture	0																		

(Continúa)

Descriptor	Análisis
Países con mayor representatividad	De los 73 registros de piña en el mundo, 17 están concedidos en Japón, 15 en Estados Unidos, 8 en la Unión Europea, 4 en Ecuador, 3 en México, 3 en Australia, 2 en Colombia y 1 en Costa Rica. Distribución geográfica de variedades protegidas de piña Legend: 17, 15, 11, 9, 8, 4, 3, 2, 1

Fuente: Elaboración propia a partir de información de UPOV (2018)

Si bien no existe una clasificación sistemática de variedades, el origen de los cultivares actuales puede ser atribuido a mutaciones somáticas, toda vez que no se presenta autopolinización, la polinización cruzada ocurre ocasionalmente cuando dos cultivares de piña se siembran cerca y coinciden en floración, los híbridos naturales son poco frecuentes, las semillas son de germinación lenta y se mantiene una clasificación comercial (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria [Coveca], 2002). La tabla 5 presenta la clasificación comercial de variedades de piña.

Tabla 5. Clasificación comercial de variedades de piña

Variedad	Características diferenciales	Características limitantes	Usos
MD-2 (Gold)	Aroma y sabor exquisito. Doble contenido de vitamina C con respecto a otras especies. Aporte calórico moderado.		Consumo en fresco Pulpas Conservas
Cayena Lisa (Smooth Cayenne)	Contenido de azúcar 13-19 °Brix. Tolerancia a colapso poscosecha. Pulpa de color amarillo pálido.	Baja producción de retoños/colinos. Propensa a infestación de plagas y enfermedades.	Producción de jugo Consumo en fresco Agroindustria
Española de Singapur	Pulpa amarilla dorada. Contenido de azúcar entre 10-12 °Brix. Jugo de alta calidad. Alta producción de brotes.	Baja acidez. Sensible a nematodos. Sensible a colapso poscosecha.	Usada para producción de piña enlatada
Green Selacia	Mutación de la española de Singapur. Similar en calidades a su cultivar original.		Enlatados
Queen	Orientada al mercado en fresco. Color de la pulpa amarillo dorado. Contenido de azúcar entre 14-18 °Brix. Alta tolerancia a patógenos, plagas y estrés.	Altamente susceptible al daño por frío. Pardeamiento interno. Cosechada antes de madurez.	Mercado en fresco
Española Roja	Contenido de azúcar medio de 12 °Brix. Alta producción de retoños/colinos. Tolerancia a altas temperaturas y humedad. Resistente a sequías.	Baja acidez. Susceptible a pardeamiento interno. Sensible al contenido de manganeso en el suelo. Sensible a nematodos.	Consumo en fresco

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Variedad	Características diferenciales	Características limitantes	Usos
Perola	Alto contenido de azúcar entre 13 y 16 °Brix. Alto contenido de ácido ascórbico. Resistente a sequías. Resistente a <i>Fusarium</i> .		Consumo en fresco
Perolera	Bajo contenido de azúcar 12 °Brix. Buena producción de retoños/ colinos. Resistente a <i>Fusarium</i> . Susceptible a daño mecánico. Susceptible a la mosca (<i>Stomoxys calcitrans</i>).		

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Delgado-Huertas y Arango-Wiesner (2015)

En el país, la información de biodiversidad cuenta con el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), en el cual se registran los datos georreferenciados de registros biológicos y vistos en campo de las diferentes especies del territorio nacional.

Para el caso de la piña el sistema vincula 51 registros, de los cuales 35 son publicados por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y 13 por la Universidad Nacional de Colombia. 32 corresponden a registros en el departamento del Amazonas, 9 en el departamento del Vaupés, 3 en Antioquia y 2 en el Meta.

El consumo actual de la piña en fresco está direccionado no solo por la apariencia física del producto, sino también por propiedades como color, dulzura, aroma, uniformidad de la fruta, tamaño, país de origen y marca (De la Cruz & García, 2005). El tiempo de cosecha o recolección depende del destino: si es para exportación, el fruto debe estar completamente desarrollado, pero verde; si es para el mercado local debe estar maduro, pero no totalmente. Paralelamente el mercado de piña procesada presenta una estructura, actores y factores enfocados en el volumen, la disponibilidad y un portafolio diferenciado en líneas de producto (innovación en variedades *vs.* innovación en producto) (Vagneron, Faure & Loeillet, 2009).

La piña se consume principalmente en fresco (el 70% de la producción de piña se consume en los países productores), troceada, tajada, en jugo o congelada (paletas) y en pulpa. Para alimentación animal, la utilización de subproductos del cultivo de piña, de su proceso de enlatado y extracción de jugo, se ha convertido en una alternativa para la agroindustria (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo [UNCTAD], 2014). Las hojas se pueden usar en tres formas: frescas, secas y en ensilaje; los corazones y las cáscaras de la operación de enlatado se pueden secar y mezclar con melaza para producir formulaciones de alimento para pecuarios y los sólidos de la centrífuga de la producción de jugo pueden ser utilizados como alimento en la actividad porcicultora (Coppens d'Eeckenbrugge, Sanewski, Smith, Duval & Leal, 2011).

Si se considera su capacidad de ser 100% utilizable, la piña tiene otros usos, por ejemplo, como fuente de fibra para la industria de papel y textiles por sus características de blancura, brillo, resistencia a la sal, fuerza de tensión y capacidad de retención de agua y de colorantes. La bromelina de la piña se extrae para ser usada como ingrediente activo o coadyuvante en productos farmacéuticos y en la industria alimentaria y gastronómica como ablandador de carnes; la bromelina también se usa como agente de solubilización de proteínas, agente para el tratamiento de aguas residuales de la industria pesquera y para pruebas de frío en la industria cervecera (De la Cruz & García, 2005).

Sus usos medicinales y farmacéuticos son promocionados en los países productores especialmente para favorecer la actividad digestiva, coadyuvar procesos de desintoxicación, neutralización de radicales libres y promover la producción de colágeno, entre otros (Coveca, 2002).

En Colombia se manejan comercialmente cuatro variedades de piña (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016):

- Cayena Lisa: variedad que se caracteriza por plantas medianas con hojas largas y anchas, de color verde oscuro y bordes lisos. El fruto es de forma tubular, con cáscara anaranjada y pulpa de color amarillo claro. Es la más empleada en la industria.
- Perolera: es la variedad más común en el país. Su planta es grande, con hojas cortas y medianas de color verde oscuro y con bordes lisos. Su fruto tiene forma cúbica y tanto la cáscara como la pulpa son de color amarillo. Es muy empleada en la agroindustria para la obtención de jugo.
- Manzana: es una mutación de la variedad Perolera que se caracteriza por no tener espinas en las hojas; la cáscara del fruto es de color rojo oscuro. Susceptible a daño mecánico por durante su manipulación y transporte.
- Gold MD-2: es un híbrido caracterizado por un mayor contenido de azúcares, lo que le confiere un buen sabor y aroma. Sin embargo, su fruto es más pequeño comparado con las otras variedades. Es una variedad con gran aceptación a nivel mundial para su consumo en fresco y mínimamente procesada. Su forma simétrica y uniforme facilita su transporte y almacenamiento en anaquel. La pulpa de color amarillo brillante es una característica muy atractiva para el mercado.

Aprovechamiento de subproductos

La agroindustria de la piña genera diferentes desperdicios durante su procesamiento: cáscaras entre el 30-42%, núcleos o corazones entre el 9-10%, tallos entre un 2-5% y coronas u hojas entre el 2-4%; los desperdicios van en proporción al peso (Ketnawa, Chaiwutb & Rawdkuen, 2012). En la tabla 6 se presentan las características y usos de los principales subproductos descritos.

Tabla 6. Principales subproductos de la piña (*Ananas comosus*) y sus usos

Subproducto	Características	Usos
Cáscaras	Alto contenido de azúcares que pueden ser utilizados en procesos fermentativos	Substrato para la generación de metano, etanol e hidrogeno.
Corazones	Contenido de azúcares	Materia prima para la producción de concentrados de jugo, bebidas alcohólicas o vinagre.
Tallos	Alto contenido de fibra	Material para siembra, fuente de carbono para procesos de fermentación.
Hojas	Alto contenido de fibra	Material de siembra, fuente de carbono para procesos de fermentación.
Efluentes	Azúcares fermentables y otros nutrientes (glucosa y fructosa)	Producción de ácidos orgánicos, etanol, monoproteínas, enzimas y metano.
Desechos sólidos combinados	Azúcares y nutrientes	Materia prima para alimentación animal, desarrollo de barras nutricionales, pasteles y gelatinas; extracción de ácido cítrico y bromelina.
Bromelina	Enzima proteolítica	Industria de alimentos: harina hipoalergénica, agente hidrolizador de proteína animal, producción de alcohol (estabilización de cervezas), componente antimicrobiano. Industria farmacéutica: componente en medicamentos cardiovasculares, digestivos y osteomusculares. Industria textil: remoción de impurezas en fibras, potenciador de propiedades de fijación de colorantes. Industria cosmética: manchas dentales, ingrediente activo en tratamientos contra el acné y reducción de inflamación posoperatoria.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Dorta y Sogi (2017)

El agronegocio de la piña tiene diferentes posibilidades para el aprovechamiento de subproductos, sin embargo, es al mercado de consumo en fresco principalmente donde se orientan los esfuerzos en investigación tecnológica y de comercialización.

Criterios de calidad

Existen numerosos estándares de calidad para la piña y sus subproductos, pero el más común es el establecido en el *Codex Alimentarius* de la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde se delimitan los parámetros para el producto en fresco. Estos son, a saber (FAO, 1992):

- Requerimientos mínimos y requerimientos de madurez
- Categorías de clasificación de productos
- Disposiciones en cuanto al tamaño del producto
- Disposiciones en cuanto a factores de tolerancia
- Disposiciones en cuanto a empaque y presentación
- Disposiciones en cuanto a etiquetado
- Contaminantes (residualidad)
- Higiene

Se exige un contenido mínimo de 12% de sólidos solubles y una acidez máxima del 1%, forma y textura uniformes, ausencia de daño por exposición al sol, pardeamiento interno, sin manchas o signos de daño. Hojas de la corona verdes, de tamaño medio y erectas. Las frutas con peso mayor a 1,5 kg son categoría A, las frutas entre 1,5 kg y 1,0 kg son categoría B y las frutas con peso menor a 1,0 kg son categoría C (Kader, 2000). Otros parámetros para considerar son aquellos relacionados con la dinámica del mercado: color, dulzura, aroma, tamaño, país de origen y presentación.

Otros mecanismos de análisis de criterios de calidad contemplan las diferentes etapas de pre cosecha, cosecha y poscosecha para garantizar un producto con características adecuadas (Zahner-Ramírez, 2012):

- Precosecha: (i) clima (18-45 °C y una altitud de 0-600 metros sobre el nivel del mar); (ii) control de plagas (mosca *Stomoxys calcitrans* [L.]; polilla tecla (*Strymon basilides*); cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus* sp.); nematodos (*Rotylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus* y *Helicotylenchus*; hongos (*Fusarium* spp. y *Pythium* spp.); sinfilidos (*Scutigerella immaculata*); escamas (*Pseudococcus brevipes* y *P. neobrevipes*); ácaros (*Dolichotetranychus floridanus* y *Steneotarsonemus ananas*); picudo (*Metamasius hemipterus*); (iii) enfermedades (mancha amarilla ocasionada por un trip; podredumbre del corazón ocasionada por *Phytophthora cinnamomi* y *P. pasaritica*); (iv) malezas; (v) fertilización (calcio quelatado, nitrato de calcio, urea, nitrato de amonio, cloruro, nitrato y sulfato de potasio y otros microelementos).

- Cosecha: dulzura mínima de 12 °Brix, color 0 (frutas verdes con un ligero verde claro en la base), prelavado, clasificación de calidad por color y daño mecánico.
- Poscosecha: tasa de respiración 15-20 ml de CO₂, fruto no climatérico.
- Exportación: (i) internos: translucidez, sólidos solubles totales, pardeamiento interno, acidez y color interno; y (ii) externos: forma cilíndrica o ligeramente cónica; peso entre 1-3 kg; color entre 0 y 1 para el mercado europeo y entre 1 y 2 para el norteamericano; color de las hojas.

Marco normativo y organizacional de la piña en Colombia

La cadena de la piña no se encuentra formalizada actualmente, pero la Ley 811 de 2003 y 607 de 2000 pueden constituir la organización de la cadena. El marco regulatorio de la piña como producto del sector agropecuario se describe a continuación:

- La Ley 811 de 2003, por medio de la cual se modificó la Ley 101 de 1993 y se crearon las organizaciones de cadena en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las sociedades agrarias de transformación (SAT); el Decreto 3800 de 2006, referido a la inscripción de las organizaciones de cadena en el sector agropecuario, forestal, acuícola y pesquero ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Resolución 186 de 2008, los cuales reglamentan parcialmente la Ley 811 en lo relativo a la regulación de las condiciones y requisitos para la inscripción y cancelación de las organizaciones de cadena en el sector agropecuario, forestal, acuícola y pesquero que se constituyan en el territorio nacional (art. 1) y su conformación (art. 2).
- La Ley 1253 de 2008, acerca de los lineamientos de política nacional para la productividad y competitividad; Conpes 3484 de 2007, política nacional de transformación productiva y promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas; Conpes 3527 de 2008, política nacional de competitividad y productividad; Conpes 3582 de 2009, referido a la política nacional de ciencia y tecnología; Conpes 3533 de 2008, referido a la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010.
- La Ley 1286 de 2009, la cual transformó a Colciencias en departamento administrativo y ajustó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNTC), creado bajo la Ley 29 de 1990, como Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

- El marco regulatorio se sustenta en las siguientes leyes, decretos y documentos: Ley 1450 de 2011, por medio de la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014; Ley 1731 de 2014, que dicta medidas de financiamiento para la reactivación del sector agropecuario y el fortalecimiento de AGROSAVIA; Conpes 3668 de 2010, seguimiento a la política nacional de competitividad; Conpes 3678 de 2010, política de transformación productiva; Decreto 1500 de 2012, reorganiza el sistema; Conpes 3652 de 2010, fortalecimiento del SNCTI; Conpes 3834, lineamientos para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación (CTI) a través de deducciones tributarias; Ley 1753 de 2015, mediante la cual se expidió el PND 2014-2018 y en su art. 186 integra el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) para consolidar un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), donde la CTI es uno de los principales lineamientos del PND.
- La Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol) es una organización nacional de carácter gremial, fundada en 1995 como una sociedad agrícola sin ánimo de lucro y de derecho privado, consolidada con el firme propósito de fortalecer y dinamizar el desarrollo del subsector de frutas y hortalizas de Colombia. Para esto, cuenta con su sede principal en la ciudad de Bogotá y un portafolio de comités regionales en más de 400 municipios, que asocian y representan a los productores, personas naturales y jurídicas dedicadas a producir y comercializar frutas y hortalizas.
- Algunos departamentos, como el Valle del Cauca, están intentando trabajar en comités departamentales de piña.





Capítulo II

Evolución de la investigación en el cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) en el mundo

El objetivo de este capítulo es presentar la evolución en las principales temáticas de investigación sobre el cultivo de piña en el mundo. Para esto se analizaron las dinámicas de trabajo en la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS), organismo independiente que busca promover y potenciar la investigación y la educación en todas las ramas de las ciencias hortícolas, facilitando así la cooperación y la transferencia de conocimiento a escala global a través de simposios, conferencias, publicaciones y una estructura científica consolidada.

La ISHS realiza diferentes congresos y simposios en los cuales ha generado un grupo de trabajo específico para piña. A la fecha se han realizado nueve simposios desde 1993 en Honolulu, Hawái (Estados Unidos), hasta 2017 en La Habana, Cuba. A través del análisis de las ponencias presentadas los nueve simposios se identifican las principales áreas temáticas macro de conocimiento en las que se ha focalizado la investigación en piña y cómo han evolucionado en el horizonte de tiempo 1993-2019.

La piña en el contexto de investigación en horticultura

El simposio internacional en investigación en piña de la ISHS hace parte del grupo de trabajo en frutas tropicales y reúne a expertos mundiales en diferentes temáticas asociadas al cultivo y al agronegocio de la piña. A la fecha se han realizado nueve simposios sobre piña que han reunido a investigadores y expertos para la presentación de trabajos y resultados en diferentes líneas de trabajo.

Los ocho primeros simposios comprenden 382 trabajos presentados entre 1993 y 2017, los cuales establecen el marco de referencia de los ejes de investigación en piña. En la figura 4 se presenta el análisis cienciométrico de los trabajos presentados y publicados en los simposios, así como de los artículos de investigación relacionados con la piña y presentados en la revista *Acta Horticulturae*. La ecuación de búsqueda utilizada en Scopus fue: ((SRCITLE (“Acta Horticulturae”)) AND TITLE-ABS-KEY (pineapple OR ananas OR piña)). Se obtuvieron un total de 541 registros, 474 documentos de conferencias (382 de los congresos de piña, 92 de congresos en frutas tropicales, 66 artículos científicos y 1 artículo editorial).

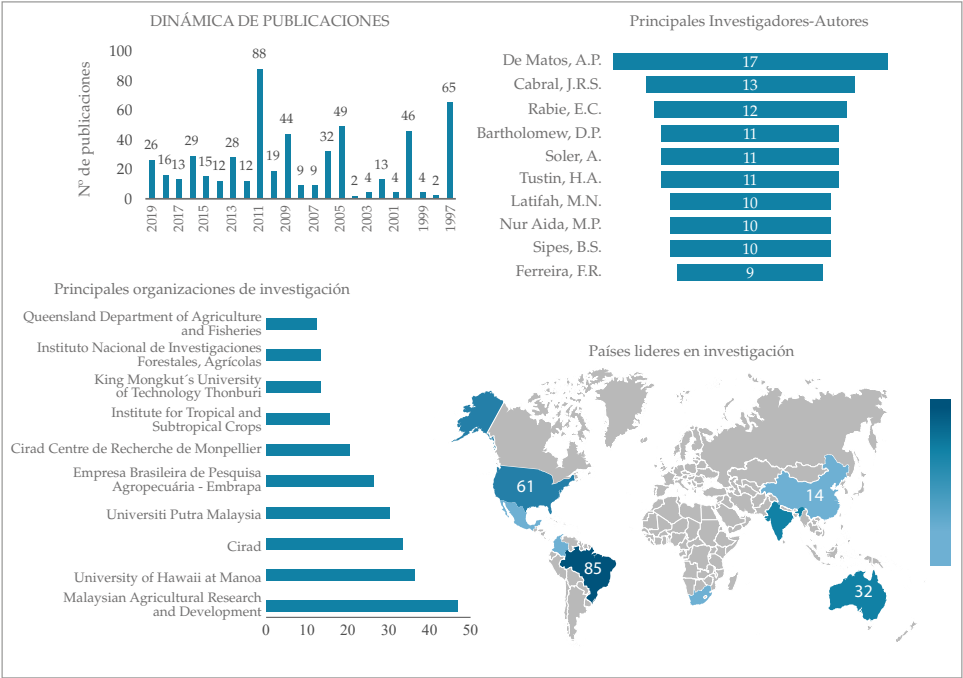


Figura 4. Cienciometría de simposios internacionales sobre piña de la ishs (2019) publicados en *Acta Horticulturae* e indexados en Scopus.
Fuente: Elaboración propia a partir de información en ishs (2019) y Scopus (2019)

En el año 2011 se presenta la mayor productividad, con 88 trabajos que marcan un punto de referencia para la trasferencia de resultados. Los investigadores referentes son A. P. De Matos, de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa), quien trabaja en el tema de mejoramiento genético orientado a la resistencia a factores bióticos como el *Fusarium subglutinans* f. sp. *ananas*. J. R. S. Cabral, de Brasil, también

trabaja en Embrapa, en temas de fusariosis, diversidad genética del cultivo de piña y técnicas de hibridación; H. A. Tustin, de Sudáfrica, trabaja en el Institute for Tropical and Subtropical Crops, Pineapple Research Station, en temas sobre la inhibición del florecimiento natural de la piña, control de nematodos y control del pardeamiento interno (Black Heart Disease). D. P. Bartholomew, de la University of Hawaii at Manoa, en Estados Unidos, trabaja en temas sobre nutrición de la planta, fisiología poscosecha y rendimientos de producción. E. C. Rabie trabaja en la variedad Queen, en temas de control biológico.

Entre las organizaciones referentes se destacan el Instituto de Investigación y Desarrollo en Agricultura de Malasia, la Universidad de Hawái, la Universidad de Putra en Malasia, Embrapa de Brasil, el Cirad de Francia y la Universidad de Queensland en Australia. Correspondientemente con estas organizaciones, los países clave para la investigación en piña en el mundo son Brasil, Malasia, Estados Unidos, Tailandia, Francia y Australia.

Las principales áreas temáticas trabajadas en el simposio fueron: manejo sanitario y fitosanitario (72 trabajos); material de siembra y mejoramiento genético (61 trabajos); manejo cosecha, poscosecha y transformación (52 trabajos); socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (45 trabajos); fisiología vegetal y nutrición (40 trabajos); y calidad e inocuidad de insumos y productos (30 trabajos) (figura 5).

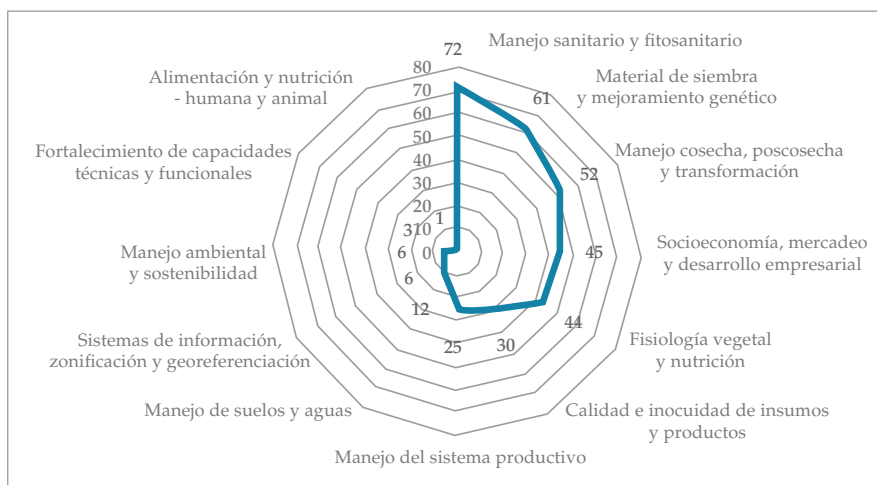


Figura 5. Focalización de áreas temáticas de investigación sobre piña en la ISHS.
Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019)

Se seleccionaron las cinco principales áreas temáticas para desarrollar un análisis más profundo de la evolución de problemáticas y las aproximaciones para su solución.

Evolución de las principales problemáticas y enfoques de trabajo en las principales áreas temáticas

A través de los datos obtenidos con la ecuación presentada al inicio de este capítulo se realizó un análisis de paisajes científicos a través del *software* VOSviewer. Este *software* permite identificar clústeres de investigación en los cuales se concentra la productividad científica y los tópicos clave de trabajo de la comunidad de la ISHS. En la figura 6 se presenta el diagrama de clústeres, elaborado a partir del análisis de correlación de palabras claves, y el mapa de calor, elaborado a partir de la correlación de textos claves según títulos y artículos de las publicaciones. En la red de clústeres se distinguen las cinco principales áreas temáticas de trabajo:

- Material de siembra y mejoramiento genético: colores azul celeste, azul oscuro y amarillo, donde se destacan tópicos en cultivares, recursos genéticos, diversidad genética, propagación y cruzamiento.
- Manejo sanitario y fitosanitario: color verde claro y color vino tinto, con temas de control biológico de plagas de nematodos y sinfilidos, entre otros.
- Manejo cosecha, poscosecha y transformación: colores rojo, amarillo y lila, con temas de calidad de la fruta, firmeza, madurez, atmósferas controladas y modificadas, películas protectoras comestibles, evaluación sensorial, etc.
- Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial: colores rojo, fucsia y violeta, con tópicos de almacenamiento relacionados con la gestión de la cadena de suministros, evaluación de rendimientos productivos y costos de la cadena de valor.
- Calidad e inocuidad de insumos y productos: color fucsia, con tópicos de calidad del producto, almacenamiento, vida en anaquel, evaluación sensorial, etc.

Los temas relacionados con fisiología se interrelacionan con las cinco áreas mencionadas, con temas de maduración, floración y prácticas de precosecha y cosecha.

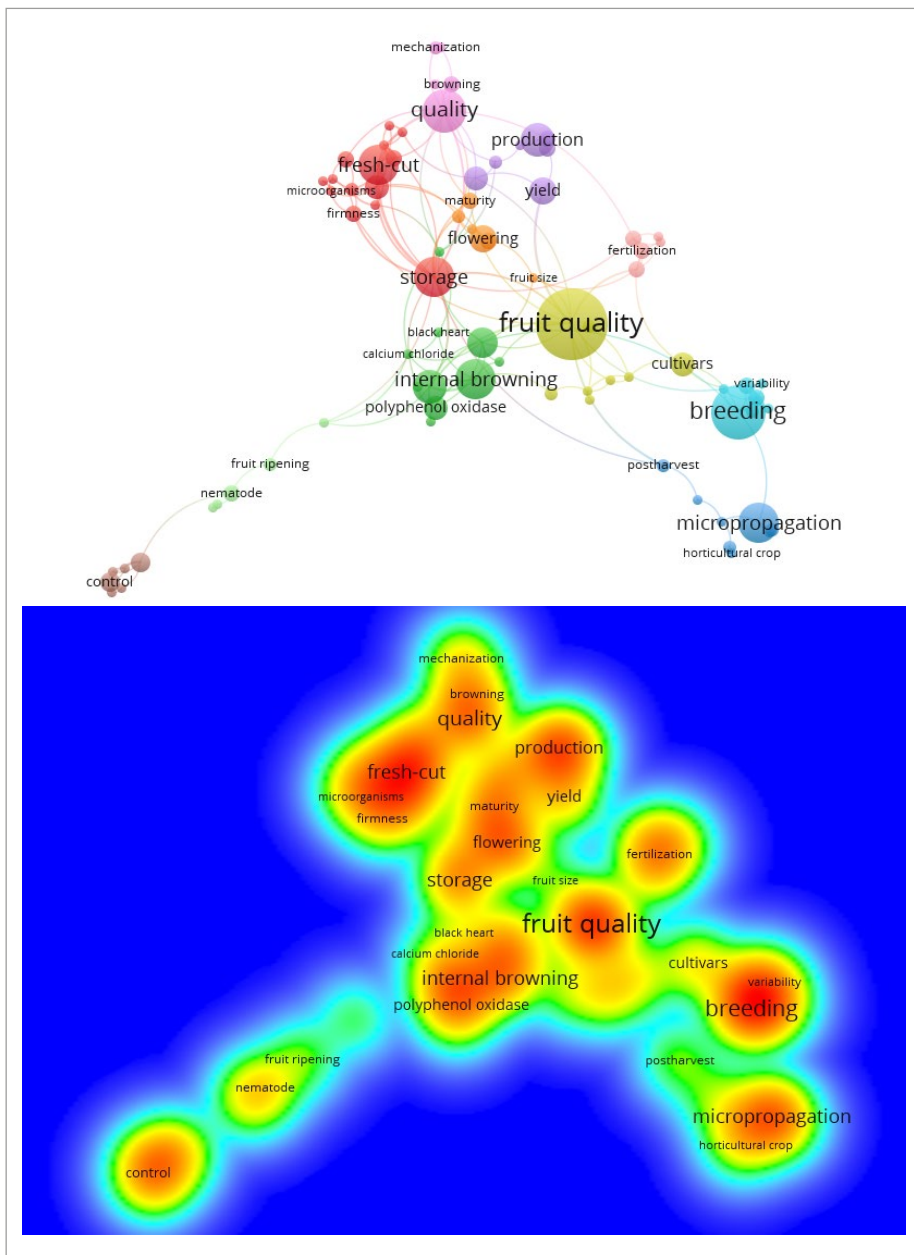


Figura 6. Red de clústeres (arriba) y mapa de calor (abajo) de las investigaciones sobre piña en la ISHS.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019); *software* de análisis VOSviewer

Estas cinco áreas temáticas se desarrollan en detalle en las secciones siguientes.

Material de siembra y mejoramiento genético

Hacen parte de esta área los temas relacionados con propagación de plantas, producción y tratamiento de semillas, genética vegetal, fitomejoramiento, genética y mejoramiento animal, bancos de germoplasma, perfil genético, identificación y caracterización de razas y cruces, material vegetal certificado, obtención de variedades, crioconservación, biotecnología vegetal, biotecnología animal, adaptación de materiales y genomas.

Se contemplan tópicos de conservación, propagación, caracterización, evaluación, biodiversidad, mejoramiento y manejo de los recursos fitogenéticos por métodos tradicionales y biotecnológicos en bancos de germoplasma, sistemas productivos, fincas y huertos caseros.

La antigüedad de la piña como material vegetal se evidencia en los distintos tipos de especies, las cuales son cercana o prácticamente sin semilla, una amplia distribución desde sus centros de origen y la característica de no tener progenitores salvajes (Coppens d'Eeckenbrugge et al., 2011).

Los objetivos del mejoramiento genético de las variedades de piña varían dependiendo del centro de producción y las condiciones del entorno (agroclimáticas, edáficas, etc.); el principal énfasis está en la resistencia a plagas y enfermedades, así como, recientemente, en el favorecimiento de criterios de calidad del mercado, como contenidos de azúcar, acidez, color, etc. (Chan, Coppens d'Eeckenbrugge & Sanewski, 2003). Es decir, los híbridos a obtener deben contar con un alto rendimiento de producción en campo, un alto contenido de sólidos solubles totales, un buen balance entre azúcares y ácidos, alto contenido de ácido ascórbico y un sabor atractivo, combinados con buena apariencia en color y forma.

Se distinguen cinco campos de mejoramiento genético de piña en la investigación actual, los cuales tienen sus técnicas y se enfocan en problemas específicos. En la tabla 7 se sintetiza, desde los trabajos de la ISHS, el enfoque de esta área temática.

El mejoramiento genético de la piña está convergiendo en garantizar la calidad del producto para el mercado de consumo en fresco y la agroindustria, con la búsqueda de clones elite que cumplan con los requerimientos

organolépticos, los rendimientos agronómicos y la resistencia a plagas y enfermedades, así como desórdenes fisiológicos antes, durante y después de la cosecha. Se requiere de integración y sinergia de los diferentes programas y rutas de mejoramiento genético para conformar la hoja de ruta, así como fortalecer las investigaciones en el uso de variedades como la MD-2 y variedades criollas.

Manejo sanitario y fitosanitario

Hacen parte de esta área los temas relacionados con plagas de las plantas, enfermedades de las plantas, manejo de arvenses, plagas de los animales, enfermedades de los animales, control y manejo de plagas y enfermedades, monitoreo de plagas y enfermedades, riesgos sanitarios y fitosanitarios, trastornos misceláneos de las plantas, trastornos misceláneos de los animales, ciencias veterinarias e higiene, protección de plantas y salud pública.

Se abordan tópicos de diagnóstico y caracterización de virus y patógenos similares, procariotas y hongos; identificación y biología de ácaros, insectos, nematodos fitófagos, vectores de enfermedades y enemigos naturales; epidemiología, manejo de plagas e interacción planta-plaga-ambiente; sistemas de alerta para la detección temprana, respuesta oportuna y prevención de las crisis causadas por plagas.

Las principales afecciones del cultivo de piña alrededor del mundo son los nematodos reniformes y *root-knot*, las cochinillas, las hormigas, los sinfilidos de jardín y la escama de la piña, así como *Ceratocystis*, *Phytophthora*, *Penicillium* y *Fusarium*, que ocasionan diferentes enfermedades poscosecha.

Históricamente el uso de pesticidas en el cultivo de piña ha permitido el control de plagas y enfermedades, así como las prácticas culturales para el control de arvenses. Por otra parte, si bien su uso puede llevarse a cabo en agricultura orgánica, los costos en este tipo de producción son mayores (Sipes & Wang, 2017). En la tabla 8 se sintetiza, desde los trabajos de la ISHS, el enfoque de esta área temática.

Tabla 7. Focos de acción en material de siembra y mejoramiento genético de la piña

Campo de investigación	Problemáticas asociadas	Focos desarrollados
Mejoramiento tradicional a través de hibridación con parentales compatibles, uso de retoños/colinos y especies superiores.	Identificación de material genético de propagación. Variabilidad genética. Hibridación y selección de clones. Cruzamiento interespecífico. Calidad del material de propagación. Resistencia a nematodos.	Programas de exploración. Identificación, selección y combinación de genotipos. Entrecruzamiento de variedades Cayenne. Variedad MD-2. Técnicas <i>in vitro</i> de clonación. Conformación de colecciones de referencia y técnicas de mejoramiento. Caracterización agronómica, botánica y molecular. Detección de germoplasma. Cultivos <i>in vitro</i> y propagación en campo de retoños/colinos.
Ingeniería genética: modificación selectiva de características específicas. Generación de transgénicos con resistencia a nematodos, control de floración, maduración y calidad del producto.	Crecimiento de nematodos. Potencial de clones en diferentes suelos, condiciones agroclimáticas, vigor vegetativo y rendimientos. Eficiencia de micropropagación. Resistencia a <i>Fusarium</i> . Bases de datos de material genético. Técnicas alternativas en los programas de mejoramiento genético (heterocigoticidad).	Análisis de incompatibilidad genética de alelos. Análisis nuclear de clones. Técnicas bajo parámetros citogenéticos e isoenzimáticos, así como técnicas histológicas. Dinámicas de germinación. Embriogénesis somática. Aislamiento de protoplastos para identificación de resistencia a <i>Fusarium</i> . Producción de vitroplántulas y protección con endomicorrizas. MicroRNA para expresión genética.

(Continúa)

(Continuación tabla 7)

Campo de investigación	Problemáticas asociadas	Focos desarrollados
Mutación: técnicas <i>in vitro</i> , selección de cultivares elite, resistencia a estrés biótico y abiótico, secuenciación genómica para resistencia específica y variación somaclonal.	Conservación de material genético y material de siembra. Cruzamiento para la obtención de cultivares y semillas. Heterocigocidad en variedades de piña domesticadas. Promoción de homocigocidad (<i>inbreeding</i>). Selección de cultivares con calidad de fruto, rendimiento y adaptabilidad en suelos sulfatados.	Técnicas de cribado (<i>screening</i>) para resistencia a nematodos y <i>Fusarium</i> ; entrecruzamiento parcial, etc. Polimorfismos en la longitud de los fragmentos de restricción ampliados. Criopreservación de ápices y retoños/colinos para ensayos de resistencia a <i>Fusarium</i> . Desarrollo de clones elite (manejo de germinación de semillas, manejo de plántulas, manejo de hojas). Técnicas de genética dirigida (<i>selfing</i>) para promoción de homocigocidad (<i>inbreeding</i>).
Mapas genéticos y marcadores moleculares: localización rápida de genes de interés.	Genómica del cultivo de piña. Análisis de la diversidad genética. Mejoramiento funcional del cultivo, análisis de su genoma. Genómica del cultivo de piña. Generación de plántulas y material de propagación. Reemplazo de cultivares que han disminuido sus características de resistencia, calidad y rendimiento.	Marcadores microsatélite SSR. Técnicas de análisis de clústeres moleculares métodos mixtos. DARtseg para la secuenciación de fragmentos genómicos, mapeo de diversidad genética y marcadores relacionales de heredabilidad. Combinación de marcadores moleculares con mapas de clústeres genéticos de alta densidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019)

Tabla 8. Principales focos en investigación de plagas, nematodos y arvenses en el cultivo de piña

Tipo	De alto impacto	Focos
Artrópodos y plagas: se alimentan de las raíces (sinfílicos) y de las hojas del fruto (ácaros, escamas <i>Diaspis bromeliae</i> [Kerner], larvas de lepidópteros, barrenadores de la fruta y mosquitos).	Cochinillas (<i>Dysmicoccus brevipes</i> y <i>Dysmicoccus grassii</i>): causantes del marchitamiento de la piña y del vector del virus, uno de los más devastadores problemas del cultivo (Rohrbach & Johnson, 2003).	El control del marchitamiento puede darse por: control de hormigas, control del piojo harinoso a través de manejo integrado, manejo de arvenses, lavado de las coronas, biocontroladores, estudios de dinámicas poblacionales, control por relación de especies hospederas. Control con productos químicos autorizados. Análisis de secuenciación de ADN en clones con resistencia, producción de anticuerpos monoclonales, análisis filogenético por secuenciación. Estudios de factores de clima, suelo y variedad. Entendimiento de las interacciones entre virus, vectores y plantas huésped. Desarrollo de estrategias de manejo y producción de anticuerpos monoclonales. Relación con ampelovirus. Análisis de secuenciación y correlación genética. Técnica de detección y cuantificación por secuenciación genética y transcriptores de RNA. Ensayos de eficacia de pesticidas. Virus de marchitamiento de la piña transmitido por la cochinilla.

(Continúa)

(Continuación tabla 8)

Tipo	De alto impacto	Focos
Artrópodos y plagas: se alimentan de las raíces (sinfilidos) y de las hojas del fruto (ácaros, escamas <i>Diaspis bromeliae</i> [Kerner], larvas de lepidópteros, barrenadores de la fruta y mosquitos).	Sinfilidos ciempiés (<i>Hanseniella unguiculata</i> , <i>H. ivorensis</i> , <i>Scutigera sakimurai</i> y <i>Symphylella tenella</i>): alteran la capacidad de las raíces de la piña para absorber nutrientes y así afecta negativamente su crecimiento y desarrollo.	Reducción de la población a través de la aplicación de pesticidas. Dinámicas y valuación de la acción de diferentes pesticidas. Análisis de comportamiento en cultivares locales y cultivares introducidos. Análisis de las dinámicas de infestación.
Nematodos	<i>Rotylenchulus reniformis</i> , <i>Meloidogyne</i> spp., <i>Pratylenchus brachyurus</i> y <i>Helicotylenchus</i> , <i>Scutellonema</i> y <i>Rotylenchus</i> spp.	Control en fases de presembrado con diferentes nematocidas. Resistencia a nematodos a través de prácticas de siembra intercalada con coberturas vegetales para mejorar las condiciones de los suelos. Análisis de incidencia en el crecimiento de la fruta, modificación de pH del suelo. Migración del uso de pesticidas al uso de biopesticidas. Evaluación de eficacia y eficiencia de bioproductos. Evaluación de patrones de crecimiento y resistencia de diferentes variedades bajo condiciones de trópico.

(Continúa)

(Continuación tabla 8)

Tipo	De alto impacto	Focos
Hongos	<i>Fusarium guttiforme</i> es el agente causal de la fusariosis y de la pudrición del tallo. Las pudriciones del corazón son causadas por varios Stramenopiles (Oomycetes) que incluyen <i>Phytophthora nicotianae</i>, <i>P. cinnamomi</i> y <i>P. palmivora</i>. La podredumbre del corazón de la fruta de la piña, el bolsillo coriáceo y el taponamiento entre los frutos son causados principalmente por <i>Penicillium funiculosum</i>.	Prácticas de control en sistemas de producción bajo diferentes condiciones. Resistencia a subglutinantes por medio de inducción de acibenzolar. Estudios del tiempo de efectividad. Recubrimientos protectores a base de cera; observación de condiciones de ocurrencia. Planes de control combinación de diferentes fungicidas. Ensayos en inflorescencia con mecanismos de protección mecánica. <i>Penicillium funiculosum</i> identificado como principal agente causal y su relación con factores climáticos y nutricionales. <i>Penicillium funiculosum</i> como vector de las enfermedades, análisis de su incidencia en los estados de crecimiento de la fruta.
Malezas y arvenses	Las especies de malezas que son particularmente difíciles de manejar incluyen el pasto Guinea (<i>Panicum mazimum</i>), Johnsongrass (<i>Sorghum halepense</i>), hierba Dallis (<i>Paspalum dilatatum</i>), hierba Vasey (<i>P. urvillei</i>), coquillo morado (<i>Cyperus rotundus</i>) y gloria de la mañana (<i>Ipomoea</i> spp.).	Aplicación previa de herbicidas en la fase de alistamiento del cultivo. Solarización del suelo con rayos UV.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019)

El enfoque futuro del área temática de manejo sanitario y fitosanitario para el cultivo de piña se direcciona por la creciente demanda del consumidor de productos orgánicos y certificados, ambientalmente sostenibles y con un uso racional de pesticidas; tecnologías de agricultura de precisión para la aplicación controlada de pesticidas, sistemas de administración foliar y radicular; y un enfoque integrado que abarque la resistencia de la planta huésped, el control biológico, la agricultura de precisión y enfoques proactivos de manejo de plagas.

Manejo cosecha, poscosecha y transformación

Hacen parte de esta área los temas relacionados con agroindustria; manipulación, transporte, almacenamiento y protección de productos agrícolas, agrícolas no comestibles, forestales, pesqueros y de acuicultura, de origen vegetal y de origen animal; elaboración de productos forestales, elaboración y preservación de los alimentos, procesamiento de productos agrícolas no comestibles, empaquetado, aprovechamiento de desechos agrícolas, ciencia y tecnología de los alimentos, infraestructura, diseño, construcción y acondicionamiento de equipos para el procesamiento y la transformación de productos; maquinaria y equipos, construcciones agrícolas, pecuarias y forestales; diversificación de productos, valor agregado, transformación y sistemas de cosecha.

Se abordan tópicos sobre tecnologías de cosecha; alteraciones fisiológicas y microbiológicas; fisiología de la maduración del fruto; tecnologías poscosecha emergentes; tecnologías, procesos, productos y subproductos industriales; agroindustria familiar y productos mínimamente procesados; envases y embalajes.

Los principales retos en las actividades poscosecha de la piña se focalizan en los factores que contribuyen al daño y pérdida de producto, relacionados con inadecuado manejo, empaque, distribución y almacenamiento. La piña y los productos de piña mínimamente procesados están sujetos a riesgos mecánicos (choque, vibración y compresión), así como a riesgos climáticos (temperatura, humedad relativa) (Chonhenchob, Tanafranca & Singh, 2017).

La cosecha de la piña se realiza de manera manual, con ayuda mecánica de cintas transportadoras para su almacenamiento en la unidad productiva. El rendimiento del cultivo está determinado por los picos de madurez, que inciden en las rondas de recolección necesarias (Paull, Chen & Saradhuldhat, 2017). Algunos factores determinantes en esta fase del ciclo productivo son:

- Costos de recolección y transporte
- Esquema de recolección del fruto para minimizar el daño en las coronas
- Minimizar la exposición a los rayos solares
- Daño mecánico

La selección del fruto por criterios de calidad inicia con la separación de los frutos por su firmeza y traslucidez a través de la inmersión en agua clorada (eliminación de residuos e insectos). Las frutas que se hunden son separadas y destinadas para producción de jugo, tajadas, trozos o fracciones troceadas, y las que flotan son destinadas al mercado en fresco. Una segunda etapa de clasificación se realiza a través de la valoración de peso, color de la cáscara, forma y uniformidad, para la posterior aplicación de películas de cera protectora como mecanismo para reducir la pérdida de agua y el daño por enfriamiento (Lin, Li & Chen, 2013). Otras características de clasificación son la firmeza, la textura de la cáscara, el pedúnculo, el tamaño de la corona y el contenido de sólidos solubles.

La manipulación y empaque de la piña seleccionada, su almacenamiento y procesamiento y los desórdenes durante la poscosecha son los tres grandes temas de interés desde el factor tecnológico. En la tabla 9 se presentan los tópicos de trabajo en estos temas.

Tabla 9. Temas de trabajo en poscosecha de la piña

Tema amplio	Retos	Desarrollos
Precosecha	Mejorar la productividad.	Aplicaciones de boro, potasio y calcio.
Cosecha	Regulación de crecimiento. Inducción e inhibición de floración. Producción de etileno.	• Análisis de variación de parámetros de tiempos de floración y cosecha bajo mecanismos controlados de inducción. • Análisis de variables de medición para la calidad del fruto por ensayos no destructivos. • Análisis de la incidencia de aplicación de formulaciones foliares bajo condiciones de pH y temperatura. • Protección del cultivo en fase de cosecha y del producto en poscosecha a través de baños de calor en las coronas. • Análisis multivariable para determinar la respuesta a floración. • Tiempos de cosecha determinados por condiciones de transporte y mercado de destino, monitoreo de peso, contenido de azúcares y acidez. • Tratamientos precosecha para mejorar calidad, sabor, contenido de potasio. • Economías de escala, mecanización y adaptación de maquinarias bajo condiciones climáticas y de suelos. • Modelos de cosecha y poscosecha bajo condiciones no estándar.

(Continúa)

(Continuación tabla 9)

Tema amplio	Retos	Desarrollos
Empaque y manipulación	Magulladuras en el fruto por impacto o compresión. Minimizar los daños mecánicos ocasionados por empaques no adecuados. Protocolos de empaque por calidad acorde con el <i>Codex Alimentarius</i>. Sinergia entre tecnología, empaque y condiciones de manipulación.	• Producto en fresco: películas y recubrimientos sintéticos o naturales; empaques con atmósferas modificadas; empaques activos con sustancias de actividad específicas (eliminadores de oxígeno, dióxido de carbono, etileno, etc.); empaques inteligentes, tecnologías de monitoreo de temperatura, humedad relativa, generación de etileno, etc. • Productos en fresco y productos deshidratados: empaques con atmósferas modificadas; empaques activos con sustancias de actividad específicas (eliminadores de oxígeno, dióxido de carbono, etileno, etc.); empaques inteligentes (control de hongos y microbios), tecnologías de monitoreo de temperatura, humedad relativa, generación de etileno, etc. • Variedades para consumo en fresco con características de durabilidad en almacenamiento y sabor. Alternativas de fertilización y protección a daño por frío. • Análisis de condiciones de almacenamiento en temperaturas ambiente y protección por encerado.

(Continúa)

(Continuación tabla 9)

Tema amplio	Retos	Desarrollos
Almacenamiento, transporte, procesamiento y venta	Cadena de frío. Tiempos de almacenamiento <i>vs.</i> condiciones de temperatura y humedad relativa. Minimizar los daños por enfriamiento. Incidencia de daño mecánico y contenidos de ácido ascórbico en el daño por frío. Tecnologías complementarias de películas de cera y atmósferas modificadas. Frecuencias de rotación de productos y espacio en anaqueles. Optimización de condiciones en anaquel.	• Tecnologías enfocadas en los parámetros de calidad de temperatura (7,5-12 °C), humedad relativa (90-95%). • Películas permeables para intercambio de gases. • Ensayos de comparación bajo atmósferas modificadas y antioxidantes para medición de color, pH, contenido microbiano, acidez, azúcares totales, vitamina C, firmeza, contenido de CO₂ y etileno. • Análisis de cambios fisicoquímicos por daño mecánico de compresión. Pérdida de masa, aumento de acidez, disminución de jugosidad.
Desórdenes fisiológicos	Traslucidez de la pulpa del fruto: frutos susceptibles a daño mecánico y cambios en el contenido nutricional. Magulladura: protocolos de empaque, empaques para transporte marítimo, preenfriamiento, diseño de empaques. Quemadura por rayos uv: generación de sombra. Patologías poscosecha: raíz negra, black root, núcleo de la raíz, core root, fermentación. Cuarentena: mosca de la fruta, orugas, ácaros, cochinillas y otras plagas.	• Evaluación de la calidad de la fruta durante transporte, color de la fruta, frescura de las hojas, crecimiento de hongos, enfermedad del corazón negro, daño por frío, sabor, textura.

(Continúa)

(Continuación tabla 9)

Tema amplio	Retos	Desarrollos
Valor agregado	Aprovechamiento de residuos de la agroindustria. Nuevos productos de transformación. Aprovechamiento de componentes como sacarosa, fructosa, glucosa, celulosa, fibra, bromelina y otros nutrientes.	• Estudios sobre la obtención de biocombustibles, monoproteína, bromelina, fibra textil y compuestos bioactivos, biogás, fibra dietaria, ácidos orgánicos, prebióticos, harina, etc. • Diversificación en la generación de subproductos y aprovechamiento total de la fruta. Jugo de piña como complemento de otros jugos. • Diseño de máquinas de corte para pequeños procesadores. • Diseño y análisis de conservación de barras de granola de piña. • Piña deshidratada: conservación por adición de jarabes, antioxidantes y congelación. • Pulpa, jugo, bebidas fermentadas, jalea, insumos de repostería, en jarabe, deshidratada, en polvo, etc.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019)

Las directrices futuras del manejo de cosecha, poscosecha y transformación deben articular los desarrollos tecnológicos en mejoramiento de variedades como respuesta a los criterios de calidad del mercado, junto con las tecnologías que permitan mantener la calidad durante las fases de la cadena de valor hasta llegar al cliente final. Así mismo, la incorporación de nuevas tecnologías de procesamiento para mejorar los rendimientos en productos de valor agregado y subproductos diferenciales son clave.

Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial

Hacen parte de esta área los temas relacionados con economía y políticas agrícolas, inversiones, finanzas y crédito, economía y políticas de desarrollo, economía de la producción, sociología rural y seguridad social, sociología, comercio, mercadeo y distribución, comercio internacional, comercio interior, economía del consumidor, economía del hogar, industrias caseras, artesanías, administración pública, cooperativas, asociaciones, organización de productores; organización, administración y gestión de las empresas; población rural, estructura agraria, economía de la tierra y política fundiaria, trabajo y empleo, métodos matemáticos y estadísticos, métodos de investigación, métodos de encuesta, geografía social y económica, economía y negocios, ciencias políticas, vigilancia tecnológica, vigilancia comercial, *benchmarking*, prospectiva, monitoreo y evaluación.

El mercado de piña en el mundo se divide en dos grandes nichos, el mercado en fresco y el mercado de productos procesados; de manera complementaria, se hace alusión al mercado de subproductos de valor agregado y un mercado diferencial de producto orgánico. Los factores que inciden en el posicionamiento y el desarrollo del mercado en los países productores dependen de la dinámica del cultivo como cadena de valor y su relación con el entorno, el mercado interno, la apuesta exportadora agropecuaria y elementos como incentivos y políticas de promoción.

Los principales factores macroeconómicos del mercado de piña son la superficie sembrada, los rendimientos de producción, los volúmenes de exportación, la variación en la demanda y la concentración geográfica de los mercados, entre otros. Existen otros factores específicos de comercio internacional como:

- Características propias de cada mercado de destino: exigencias en volúmenes, tiempos, trazabilidad, documentos de exportación, regulación fitosanitaria, certificados, cadena de frío, etc.
- Características de la demanda del producto: hábitos de consumo, de productos nutritivos o enriquecidos, productos naturales y orgánicos, nuevas líneas de productos verdes, de comida rápida verde o nuevas formas de presentación y envasado.
- Características de la oferta de tecnologías asociadas al producto: surgimiento de nuevos enfoques de agricultura, patrones de producción y consumo de alimentos más sostenibles, reciclaje de aguas residuales o el crecimiento de la agricultura orgánica.
- Competidores: posicionamiento, priorización de productos, soporte gubernamental, integración de actores, fortalecimiento y consolidación de la agroindustria.

En la tabla 10 se sintetizan los factores clave para el mercado de piña en el mundo.

Tabla 10. Factores clave para el mercado de piña

Categoría	Factores	
Oportunidades	Tendencia de crecimiento de la demanda mundial.	
	Incremento de la demanda en los países emergentes (con capacidad de gasto), que lo convierten en una nueva opción comercial.	
	Hábitos de consumo con un incremento de la demanda de productos nutritivos o enriquecidos, productos naturales y orgánicos, nuevas líneas de productos verdes, de comida rápida verde o nuevas formas de presentación y envasado.	
	Posibilidad de acceso a mercados de TLC.	
	Numerosas opciones de trasformado que se podrían explorar.	
	Patrones de producción y consumo de alimentos más sostenibles aprovechando la experiencia de los países más avanzados (la tendencia hacia los hábitos de consumo de productos nutritivos y la preferencia de productos naturales llevan a un incremento en la calidad preferida en la elección de alimentación, lo que conlleva necesariamente un cambio en la composición de los alimentos por parte de los productores).	
	Reposicionamiento del campo e incremento de la importancia de este en Colombia.	

(Continúa)

Categoría	Factores
Amenazas	Concentración de las importaciones en ocho países que suponen el 75% del comercio mundial.
	Impacto ambiental negativo y erosión de los suelos.
	Importantes economías de escala de los principales países competidores.
	Descenso de precios internacionales de producto fresco.
	Barreras de comercio internacional (sanitario, comerciales e idiomáticas).
	Aumento de la producción mundial (excepto Ecuador y Costa Rica en el último periodo).
	Exigencias de las grandes cadenas: volumen de oferta y estabilidad de esta, garantía de calidad, soporte de mercadeo, precio competitivo, músculo financiero y garantía legal.
	Volatilidad de los precios.
	Cambio climático.
	Acumulación de poder en las cadenas de valor.
	Contrabando.
	Tendencia a una mayor dureza en la normatividad de importación de terceros países (bioterrorismo, modernización de la seguridad alimentaria [FSMA, por la sigla en inglés de la Ley de Modernización de Seguridad Alimentaria], etc.).

Fuente: Elaboración propia a partir de Programa de Transformación Productiva (PTP, 2013)

La evolución de la investigación en esta área para el cultivo de piña presenta estudios específicos en:

- Estudios socioeconómicos por países-entorno y perspectivas del cultivo-agronegocio: en zonas de producción; dinámica de mercados locales; especificidad de variedades y factores de producción particulares y dinámicas de exportación. En países específicos (Australia, Brasil, Hawái-EE. UU., Malasia, México, Sri Lanka, Taiwán-China, Tailandia, etc.), estudios sobre variables de producción, comercio exterior, costos de producción, inversión por rubros en la unidad productiva, factores de producción, etc., e incentivos al cultivo de exportación.

- Estudios sobre estrategias de asociatividad y articulación: limitantes en la producción de piña asociadas a prácticas de trabajo y articulación de actores, mecanismos de articulación de actores coherentes con el marco político del cultivo, escalamientos y cadena de valor. Consolidación de agronegocios y cultivo de piña como alternativa económica y productiva para pequeños productores.
- Tendencias de consumo, transferencia de tecnología y fortalecimiento: adaptación de tecnologías a prácticas culturales, nichos de mercado, variedades, condiciones de la unidad productiva, factores medioambientales, etc., factores agroecológicos, factores de estacionalidad, cultivares con potencial y características diferenciales.

Calidad e inocuidad de insumos y productos

Hacen parte de esta área los temas relacionados con la calidad de los productos; adulteración; evaluación de la calidad; aseguramiento de la calidad; diagnósticos y control de calidad; prácticas de higiene; contaminación y toxicología de insumos; conservación; contaminación y toxicología de los alimentos; composición de los alimentos; aditivos alimentarios; contaminación y toxicología de los alimentos para animales; tecnologías limpias; buenas prácticas agrícolas (BPA); buenas prácticas ganaderas (BPG); buenas prácticas de manufactura (BPM); buenas prácticas de higiene (BPH); sistema de calidad e inocuidad de los alimentos; Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES); norma de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por su sigla en inglés); procesos de certificación.

Los factores de mejora para productos hortofrutícolas en fresco, mínimamente procesados y procesados se orientan actualmente hacia las tendencias y exigencias de los consumidores en los diferentes nichos de mercado. Elementos de sanidad, salud y nutrición, así como grados de diferenciación del producto a través de sellos distintivos como orgánico, ambientalmente amigable, ecológico, denominación de origen, comercio justo, sistemas de gestión de la calidad, inocuidad, normalización o comercialización, entre otros, hacen parte de las demandas actuales en los procesos de investigación.

La gestión de la calidad en la cadena de valor de la piña abarca las etapas de siembra, cosecha y poscosecha (transporte y almacenamiento), para las cuales la trazabilidad de la calidad del producto es un elemento decisorio. En la tabla 11 se presentan los focos de investigación asociados a estas etapas.

Tabla 11. Focos de investigación en calidad en la cadena de valor de la piña

Etapa	Factores de calidad	Focos de investigación
Siembra (precosecha)	• Calidad del material vegetal • Insumos para inducción de la floración • Heterogeneidad en los frutos (color, forma, tamaño, turgencia, etc.)	• Análisis de factores climáticos. • Factores fisiológicos no climatéricos. • Técnicas de control, muestreo y trazabilidad. • Investigaciones en manipulación e inducción de floración. • Análisis del cambio en los contenidos de azúcares durante la maduración por prácticas agronómicas. • Estudios sobre la calidad del suelo. • Estudios de nutrición del cultivo. • Estudios sobre la calidad del agua.
Cosecha	• Color, tamaño, peso, forma, turgencia • Destino del producto (consumo, materia prima, etc.)	• Películas protectoras. • Análisis de pérdida de calidad por daño mecánico. • Análisis de pérdida de peso, forma, color, pH, sólidos solubles, acidez titulable y sabor a diferentes condiciones de T. • Análisis de problemas en el fruto como cintura y fasciación. • Análisis de los mecanismos de inducción por bajas temperaturas y actividades de oxidación. • Bioinsumos: análisis de alternativas ambientalmente sostenibles. • Buenas prácticas agrícolas.
Poscosecha	• Color, tamaño, peso, forma, turgencia • Volúmenes de piña en condiciones óptimas • Clasificación de calidad por mercado de destino	• Técnicas de control y trazabilidad a través de la cadena de valor. • Reingeniería de procesos, reducción en el uso de pesticidas, estandarización, trazabilidad. • Monitoreo de actividad enzimática. • Evaluaciones de calidad del fruto bajo mecanismos de protección de ceras, atmósferas modificadas e inhibidores. • Relación de parámetros de calidad y aceptación del consumidor. • Análisis de parámetros de calidad frente a variaciones en cortes y formas. • Análisis de calidad ofertada, calidad requerida y calidad percibida.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en ISHS (2019) y Scopus (2019)

Generar mecanismos que permitan minimizar la heterogeneidad entre la calidad ofertada, la calidad percibida y la calidad requerida a lo largo de la cadena de valor de la piña, desde la gestión de calidad de los productos, implica retos en investigación, específicamente en: infraestructura de almacenamiento y transporte, escalas de producción, articulación de la cadena de frío y la cadena de valor, procesamiento o adecuación del producto en la unidad de producción primaria, tecnologías de monitoreo y seguimiento a parámetros que afecten la calidad del producto, tecnología de empaque, buenas prácticas de alimentos, etc.

Perspectivas de investigación

Teniendo como base la información y el análisis presentados en la sección 2.2, se han identificado cinco áreas clave de investigación en piña, las cuales serán profundizadas en el capítulo cuatro. Se presentarán los temas tendenciales, emergentes y de base en el ámbito nacional e internacional, y se complementará el análisis de investigación aplicada (patentes) y capacidades nacionales en investigación (proyectos, resultados de investigación, grupos de investigación y asistencia técnica).





El objetivo de este capítulo es presentar la dinámica comercial de la piña como fruta tropical en el contexto mundial y nacional durante los últimos cinco años. Se identificaron los principales países referentes en producción, área cosechada, rendimiento, consumo, exportaciones e importaciones. Se analiza la piña en el contexto nacional y se identifican los principales departamentos productores y el enfoque de su balanza comercial. La información presentada se enfoca en tres tipos de productos: piña en fresco, conservas de piña y jugos de piña. Complementariamente, se analizan las perspectivas de nichos de mercado y se presenta un análisis estadístico de la proyección del comercio de piña.

Referentes internacionales del cultivo de piña

En las secciones siguiente se desarrolla el análisis de las principales variables productivas y económicas para el cultivo de piña.

Área cosechada, producción y rendimiento

El análisis de cultivos agrícolas debe tener en cuenta las variables de área cosechada, área sembrada, producción y rendimiento, como elementos de partida para el análisis básico de la actividad primaria. Para el cultivo de piña en el mundo, la figura 7 presenta el comportamiento de estas tres variables durante el periodo comprendido entre 2010 y 2017.

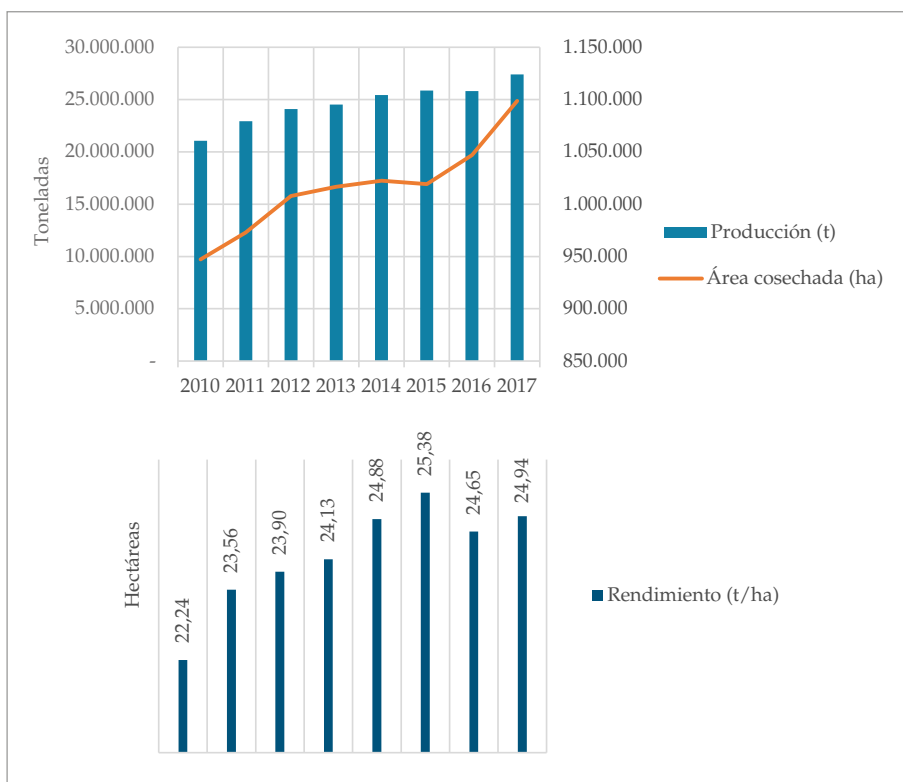


Figura 7. Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña en el mundo.
Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de la FAO (2019)

El comportamiento de la producción de piña en el mundo ha presentado una tendencia creciente desde 2010, ya que se ha pasado de cosechar 947.710 ha correspondientes a 21,064 millones de toneladas a cosechar, en 2017, 1.098.705 ha correspondientes a 27,402 millones de toneladas. El rendimiento promedio de los cultivos ha oscilado entre 22,24 t/ha y 25,38 t/ha; para el año 2017 se calculó en 24,94 t/ha.

Los principales países cultivadores de piña en el mundo se distribuyen en los continentes de África, Asia y América (figura 8). Nigeria fue, en 2017, el principal cultivador, con 200.010 ha cosechadas, seguido por India, con 111.000 ha, China, con 80.115, Tailandia, con 86.454 y Brasil, con 62.116 ha. Colombia registró 26.140 ha cosechadas. La dinámica muestra una tendencia creciente en estos países, y los casos de Colombia y Angola son los más representativos.

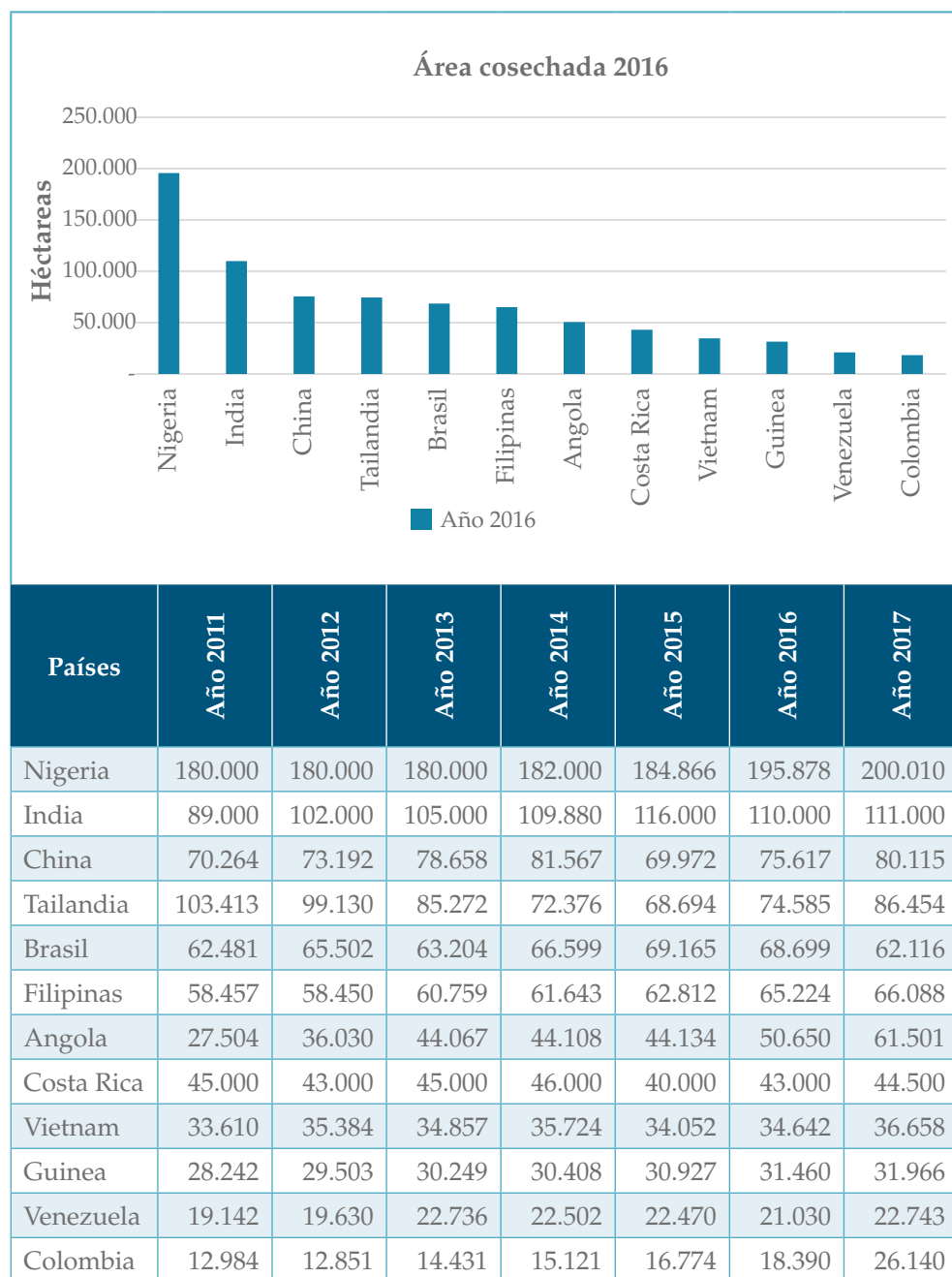


Figura 8. Principales países productores de piña en el mundo según área cosechada.

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de FAO (2019)

En la figura 9 se presentan los principales países productores según la producción neta medida en toneladas de producto. Costa Rica es el líder mundial en esta variable ya que pasó de producir, en 2011, 2,468 millones de toneladas a producir 23,056 millones de toneladas en 2017. Brasil y Filipinas disputan el segundo lugar con valores cercanos, para el año 2017, de 2,25 y 2,67 millones de toneladas respectivamente. Colombia aparece en 2017 con una producción de 945.219 toneladas. Todos los países presentan una tendencia creciente con excepción de Brasil, que presentó entre 2016 y 2017 un descenso en su producción de 2,694 millones de toneladas a 2,253 millones de toneladas.



(Continúa)

(Continuación tabla de figura 9)

Países	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	1.592.429	1.679.306	1.799.826	1.888.943	1.989.420	2.078.126	2.129.936
Tailandia	2.593.207	2.400.187	2.067.908	1.914.830	1.733.677	1.811.591	2.123.117
India	1.415.000	1.500.000	1.571.000	1.736.740	1.984.000	1.964.000	1.861.000
Indonesia	1.540.626	1.781.894	1.882.806	1.835.491	1.729.599	1.396.153	1.795.986
Nigeria	1.482.063	1.433.058	1.442.122	1.464.801	1.494.983	1.591.276	1.642.376
Colombia	512.316	486.791	640.413	652.759	741.300	755.971	1.091.042
México	742.926	759.976	771.942	817.463	840.486	875.839	945.219
Ghana	550.000	600.000	636.540	661.500	661.500	661.500	677.112
Vietnam	530.665	576.124	585.120	591.456	578.191	578.191	617.944

Figura 9. Principales productores de piña en el mundo según producción.

Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de FAO (2019)

Precios al productor

El precio de venta de la cosecha (precios al productor) permite estimar el valor bruto pagado en la unidad productiva y en el punto de comercialización más cercano. El valor corriente de la producción mide el valor en los precios en relación con el período que se está midiendo.

Por tanto, representa el valor de mercado de los alimentos y los productos agrícolas en el momento de su producción. En la figura 10 se presenta el comportamiento en 2017 del valor de la producción de los países referentes en esta variable. Israel y Portugal presentan los mejores precios al productor, con 50.151 y 23.456 USD/t respectivamente.

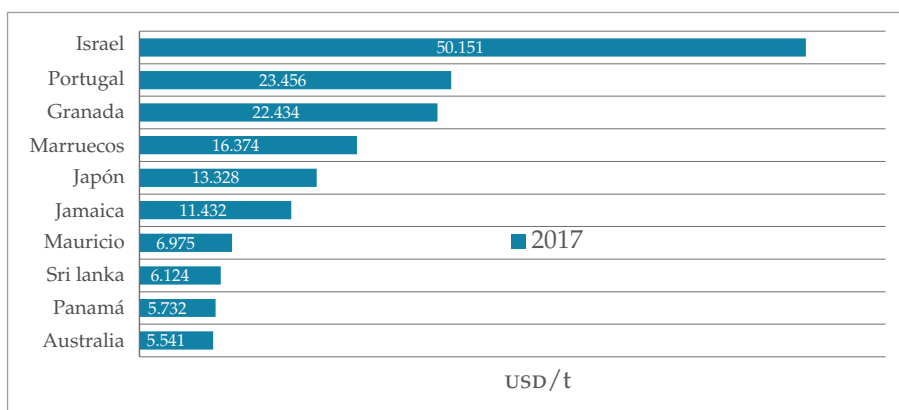


Figura 10. Precios para el productor de piña en el mundo y principales referentes.
Fuente: Elaboración propia a partir de información estadística de FAO (2019)

Para Colombia el último precio reportado por la FAO es del 2016, con 1.735 USD/t, el cual presenta un incremento del 2009 hasta el 2016, con una leve caída en el 2012.

Exportaciones e importaciones

La dinámica comercial de productos agropecuarios se analiza desde las exportaciones e importaciones de los productos más representativos. Para el caso de la piña, su comercialización en fresco, en jugos y en conservas es el portafolio principal del agronegocio.

Las exportaciones e importaciones se registran en cantidad (toneladas de producto) y valor (miles de USD equivalentes al valor pagado), y según el mercado de origen (exportador) y el mercado de destino (importador). En la figura 11 se presentan las exportaciones e importaciones tanto en cantidad como en valor para la piña en fresco en el mundo durante el periodo 2014-2018. La dinámica durante este periodo presenta un comportamiento creciente sostenido en los cuatro indicadores, con un descenso marcado en 2015 y una recuperación en 2016. Para el año 2018 se exportaron 3,918 millones de toneladas equivalentes a un valor de 2,094 billones de dólares; en las importaciones se refleja una cantidad de 3,559 millones de toneladas equivalentes a 2,733 billones de dólares.

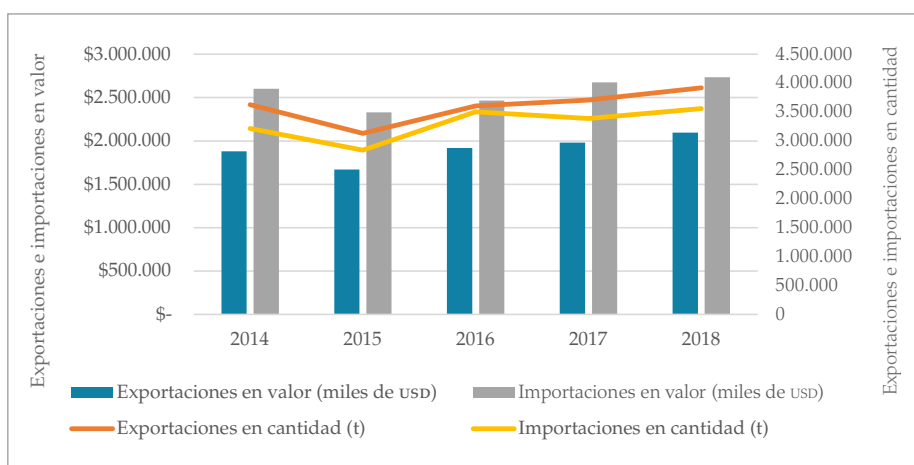


Figura 11. Exportaciones e importaciones mundiales de piña en fresco 2014-2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en International Trade Centre (ITC, 2019)

La participación en las exportaciones por economías específicas para el año 2018 se presentan en la figura 12. Costa Rica es el principal referente exportador en ambos indicadores, ya que participa con el 49,56% y el 59,56% en valor y cantidad respectivamente. Le siguen Filipinas, con 9,17% y 11,28%, y Holanda (reexportador), con 9,89% y 6,00%.

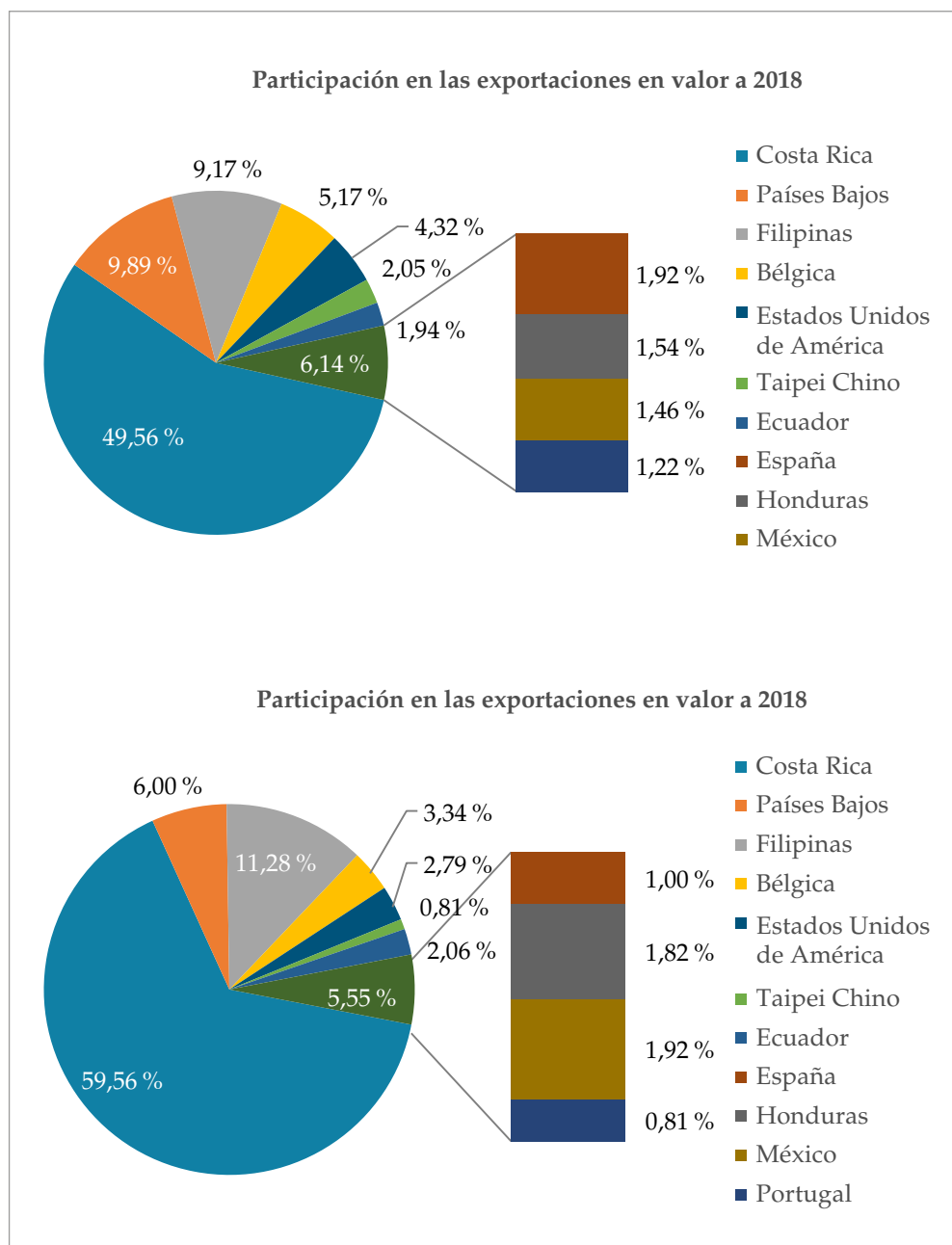


Figura 12. Participación en las exportaciones según valor y cantidad en 2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rrc (2019)

En cuanto a las importaciones, en 2018 la participación de los países importadores de piña en fresco es liderada por Estados Unidos, que abarca el 32,73% y 26,56% de las importaciones en cantidad y valor; lo siguen Holanda y China, con el 7,13% y 5,23% en participación en las importaciones en cantidad y con 7,39 y 6,68% en valor, respectivamente (figura 13).

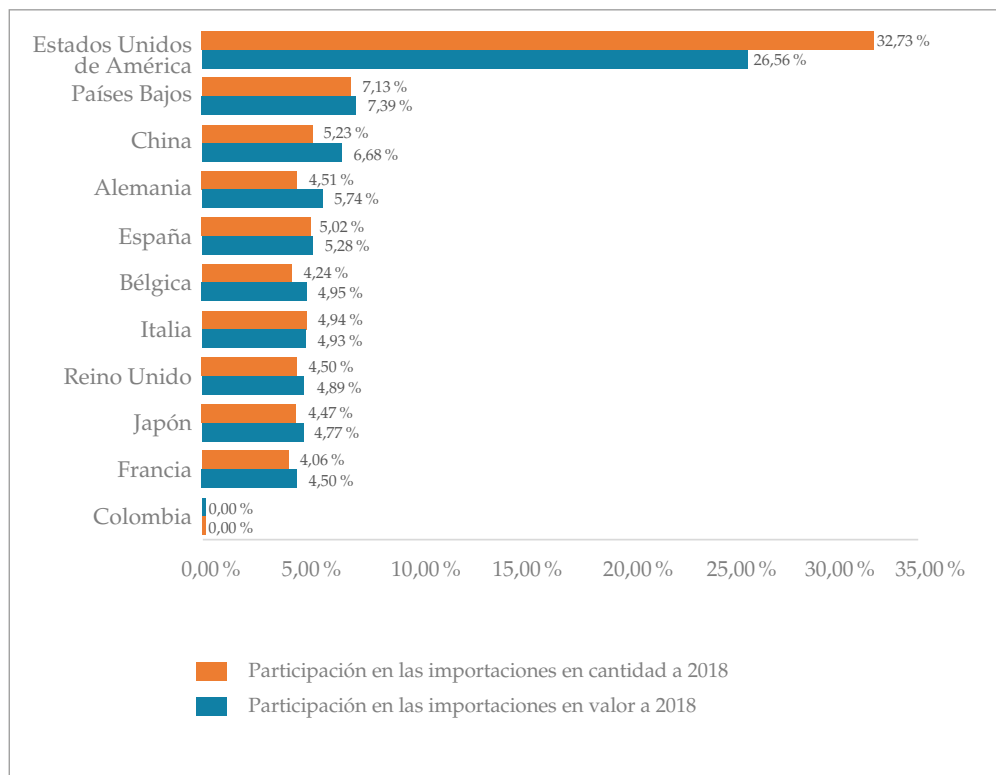


Figura 13. Participación en las importaciones por países según valor y cantidad en 2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en RTC (2019)

Al analizar los seis principales exportadores (Costa Rica, Filipinas, Holanda, Bélgica, Estados Unidos y Ecuador), se identifican los principales nichos de comercialización de la piña en fresco (tabla 12).

Tabla 12. Referentes en exportaciones y mercados clave de la piña en fresco

Referente exportador	Mercados objetivo	Volumen de exportaciones a 2018 (t)	Valor de las exportaciones a 2018 (miles de USD)	Análisis
Costa Rica 	Estados Unidos	1.130.459	\$ 499.046	El principal mercado de Costa Rica es el estadounidense, así como Holanda y Bélgica, y es el principal proveedor de estos países reexportadores. Es proveedor directo de España e Italia en el mercado europeo.
	Holanda (Países Bajos)	311.037	\$ 140.173	
	Italia	177.875	\$ 83.925	
	España	165.487	\$ 79.674	
	Bélgica	155.370	\$ 71.561	
Filipinas 	Japón	173.219	\$ 70.306	Filipinas es el tercer exportador en el mercado de piña en el mundo, específicamente en la zona de Asia.
	China	101.390	\$ 47.308	
	República de Corea (Corea del Sur)	84.483	\$ 36.788	
	Emiratos Árabes Unidos	28.962	\$ 12.882	
	Nueva Zelandia	9.235	\$ 4.385	
Holanda 	Alemania	97.401	\$ 89.606	Holanda es el principal reexportador de piña en fresco en el mercado europeo. Sus países objetivo son Alemania, Bélgica, Polonia, Francia y Austria.
	Francia	26.817	\$ 21.716	
	Bélgica	15.243	\$ 15.823	
	Polonia	12.710	\$ 10.738	
	Austria	9.058	\$ 8.316	

(Continúa)

(Continuación tabla 12)

Referente exportador	Mercados objetivo	Volumen de exportaciones a 2018 (t)	Valor de las exportaciones a 2018 (miles de USD)	Análisis
Bélgica 	Francia	40.190	\$ 34.151	Bélgica es el segundo reexportador del mercado europeo, con clientes principales en Alemania y Francia y un comercio bilateral con Holanda.
	Alemania	34.100	\$ 28.416	
	Holanda	30.069	\$ 24.713	
	Austria	3.488	\$ 3.110	
	República Checa	4.330	\$ 3.079	
Estados Unidos 	Canadá	107.732	\$ 88.868	Estados Unidos exporta principalmente a Canadá. Maneja comercio bilateral con México y Costa Rica en relación con devoluciones de producto.
	Costa Rica	639	\$ 454	
	Bahamas	314	\$ 273	
	México	145	\$ 159	
	Trinidad y Tobago	45	\$ 113	
Ecuador 	Chile	31.623	\$ 14.682	México es partícipe del mercado norteamericano, asiático y europeo. Es el sexto exportador a nivel mundial.
	Bélgica	14.201	\$ 7.225	
	Argentina	9.257	\$ 4.264	
	Holanda	6.562	\$ 3.903	
	Alemania	6.395	\$ 3.459	

Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rrc (2019)

En cuanto a productos transformados, la piña se comercializa en conservas y en jugos principalmente bajo las partidas arancelarias:

- Conservas: 200820 Piñas “ananás”, preparadas o conservadas, incl. con adición de azúcar u otro edulcorante o alcohol (excl. confitadas con azúcar, pero no conservadas en jarabe, así como confituras, jaleas y mermeladas, purés y pastas, de frutos, obtenidos por cocción).
- Jugos: 200941 Jugo de piña “ananá”, sin fermentar y sin adición de alcohol, incl. con adición de azúcar u otro edulcorante, de valor Brix ≤ 20 a 20°C ; Producto: 200949 Jugo de piña “ananá”, sin fermentar y sin adición de alcohol, incl. con adición de azúcar u otro edulcorante, de valor Brix > 20 a 20°C .

Las exportaciones e importaciones mundiales de conserva de piña (figura 14) presentan un comportamiento variable en las cantidades exportadas e importadas, donde se registran diferencias cercanas a las 50.000 toneladas en 2018, como producto de la dinámica reexportadora de algunos países. En cuanto a la variación en valor el comportamiento es estable, donde para 2018 las exportaciones en valor ascienden a 1,07 billones de dólares y las importaciones a 1,07 billones de dólares.

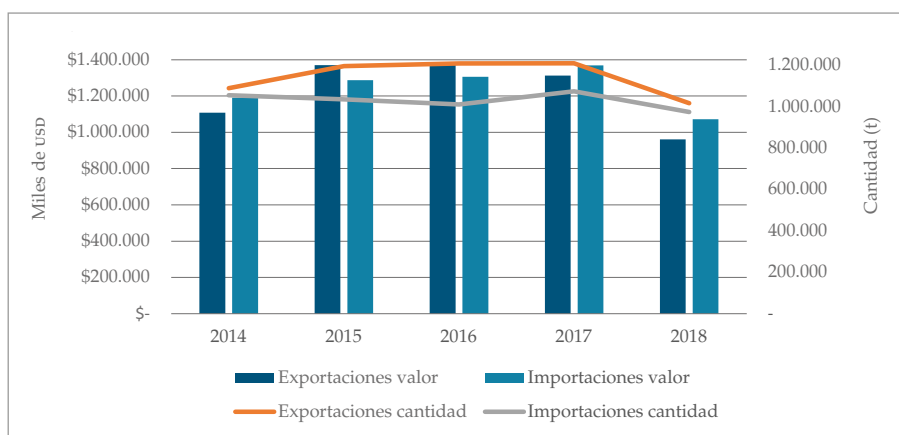


Figura 14. Participación en las importaciones según valor y cantidad en 2018.

Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rrc (2019)

Los principales países exportadores de conserva de piña, así como los principales mercados de destino, se presentan en la figura 15. En 2018 el principal exportador de conservas de piña fue Tailandia, con 477.225 t equivalentes a

400,28 millones de USD; seguido por Filipinas, con 221.287 t equivalentes a 192,16 millones de USD; en tercer lugar, Indonesia, con 185,466 t equivalentes en valor a 157,38 millones de dólares. Esto evidencia la focalización del mercado exportador de este producto transformado en el mercado asiático.

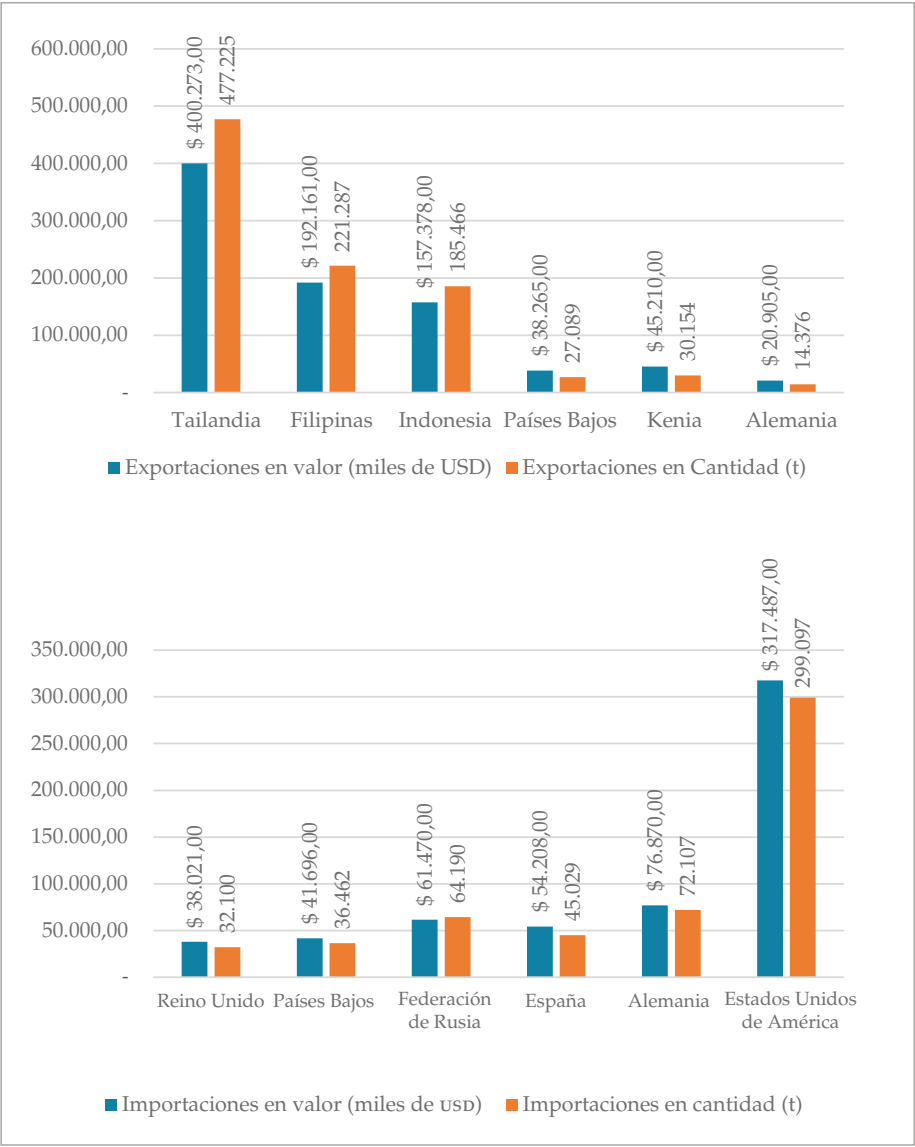


Figura 15. Países exportadores y mercados importadores de piña en conserva en 2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en RTC (2019)

Con respecto a las importaciones, el mercado de conserva de piña tiene en Estados Unidos al principal importador, con 299.097 t equivalentes a 317,49 millones de dólares, seguido de Alemania, con 72.107 t equivalentes a 76,87 millones de dólares, y España, con 45.029 t equivalentes a 54,21 millones de dólares. El mercado importador se concentra en Estados Unidos y Europa (Alemania, España, Rusia, Holanda y Reino Unido).

El otro producto transformado de relevancia en el contexto mundial son los jugos de piña. En la figura 16 se presenta el agregado mundial de jugo de piña en exportaciones e importaciones entre 2014 y 2018. La dinámica presenta un comportamiento creciente en valor, pero una reducción en los volúmenes de importación (aumento del precio y los aranceles al producto).

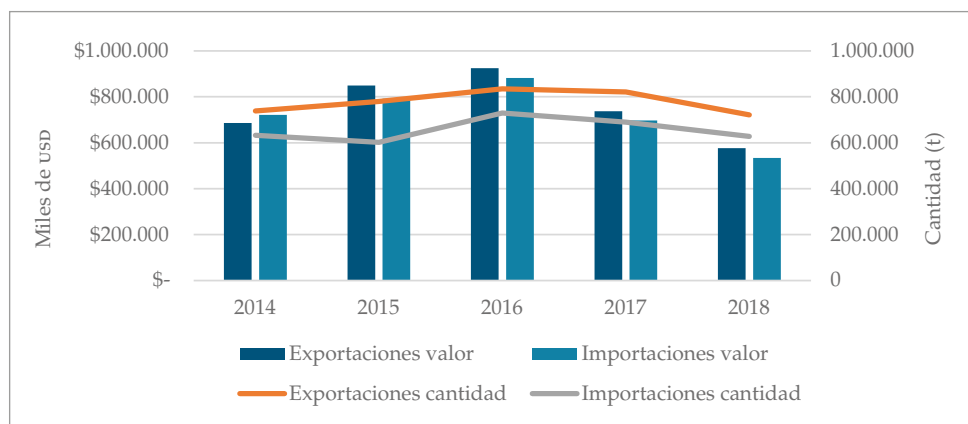


Figura 16. Exportaciones e importaciones mundiales de jugo de piña según valor y cantidad. Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rrc (2019)

El descenso es leve en los volúmenes de importación, que pasaron de 632.000 toneladas en 2014 a poco más de 627.000 toneladas. Sin embargo, en términos económicos las importaciones en valor en 2018 son las menores del periodo, equivalentes en valor a 533 millones de dólares.

Para analizar los mercados exportadores e importadores es necesario diferenciar entre el jugo de piña con concentración de azúcares o sólidos solubles totales menor o igual a 20 °Brix y el jugo de piña con concentración mayor a 20 °Brix. En la figura 16 se presentan los países líderes en exportación y los principales mercados importadores para jugo de piña $\leq$ a 20 °Brix y en la figura 17 para jugo de piña $>$ a 20 °Brix.

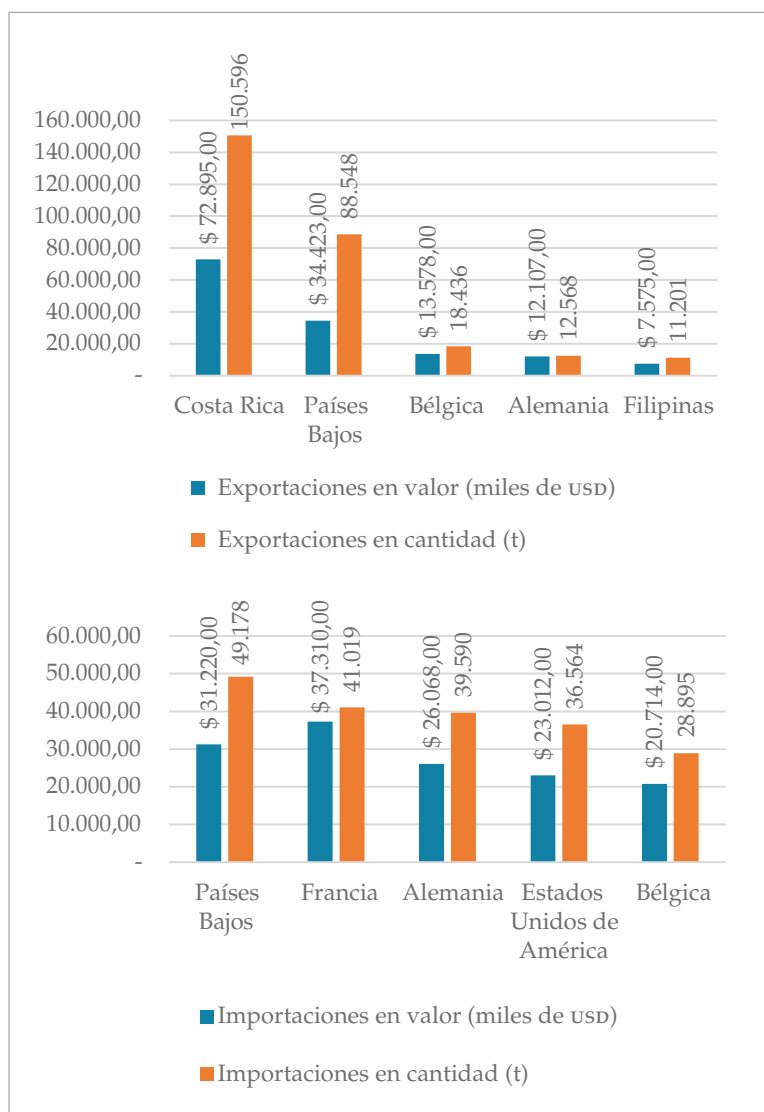


Figura 17. Referentes internacionales del comercio de jugo de piña ≤ a 20 °Brix en 2019.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en RTC (2019)

Costa Rica es el líder exportador en esta categoría de jugos (figura 17), con 150.956 t equivalentes a 72.895 millones de dólares, seguido de Holanda y Bélgica, con 88.548 t (34,23 millones de USD) y 18.436 t (13,578 millones de USD) respectivamente. Los principales mercados importadores son el europeo (Alemania, Francia, Bélgica y Holanda, donde los dos últimos son reexportadores) y el de Estados Unidos.

En cuanto al jugo > 20 °Brix, Tailandia, con 109.487 t equivalentes a 110,1 millones de USD, es el principal exportador, seguido por Holanda y Filipinas, con 45.116 t (56,745 millones de USD) y 111.483 t (75,188 millones de USD) respectivamente. De igual manera que respecto al jugo ≤ a 20 °Brix, el mercado europeo es el más atractivo, con Holanda, España, Italia, Francia y Alemania como principales exportadores. Estados Unidos es el segundo mercado, con importaciones por 34.867 t equivalentes a 43,08 millones de dólares (figura 18).

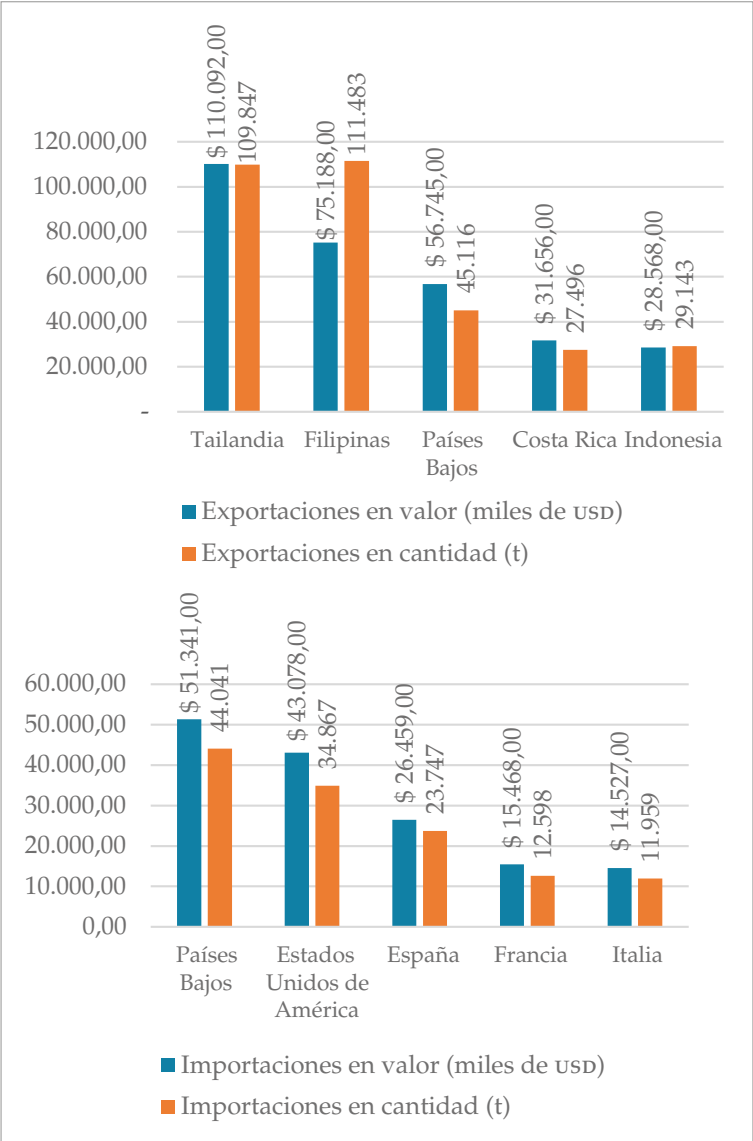


Figura 18. Referentes internacionales del comercio de jugo de piña > a 20 °Brix en 2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en ITC (2019)

Consumo

El consumo de productos agropecuarios se evalúa a través de dos indicadores: el consumo aparente, que relaciona la balanza comercial y la producción (consumo aparente = producción + importaciones – exportaciones), y el consumo per cápita, que establece el promedio anual de consumo de alimentos de una persona en un país determinado (kg/año/persona).

Para el caso de la piña en fresco, el comportamiento mundial del consumo aparente y el consumo per cápita se presentan en la figura 19. En el mundo la variación del consumo aparente se incrementó en 2017 a 27,08 millones de toneladas frente a los 25,03 millones de toneladas estimadas en 2014. En cuanto al consumo per cápita, la media de consumo en 2014 fue de 3,44 kg/año/persona y en 2017 alcanzó los 3,6 kg/año/persona.

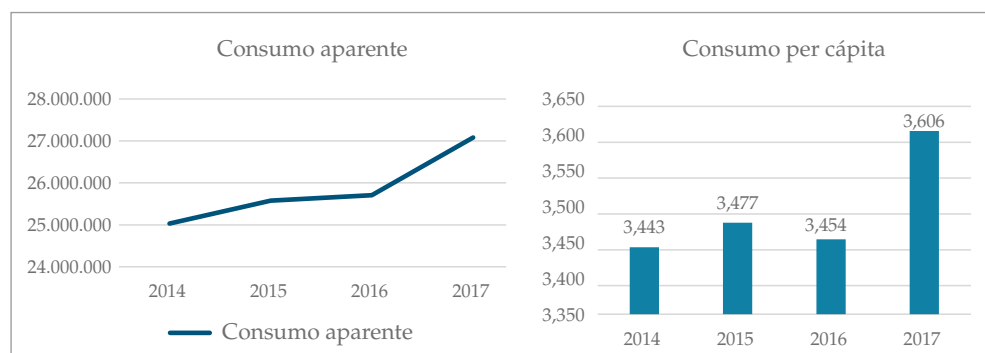


Figura 19. Consumo aparente y per cápita de piña en fresco en el mundo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ITC (2019) y FAO (2019)

Los principales países consumidores de piña en fresco en el mundo a 2017 son Brasil, con 2,53 millones de toneladas, China, con 2,14 millones de toneladas, Filipinas, con 2,02 millones de toneladas, India, con 1,76 millones de toneladas, y Tailandia, con 1,62 millones de toneladas. En cuanto al consumo per cápita a 2017, Costa Rica, con 184,04 kg/año/persona, Tailandia, con 30,54 kg/año/persona, Ghana, con 22,43, Colombia, con 21,97 kg/año/persona, Filipinas, con 20,69 kg/año/persona, y Brasil, con 10,83 kg/año/persona, son los países con mayor consumo (figura 20).

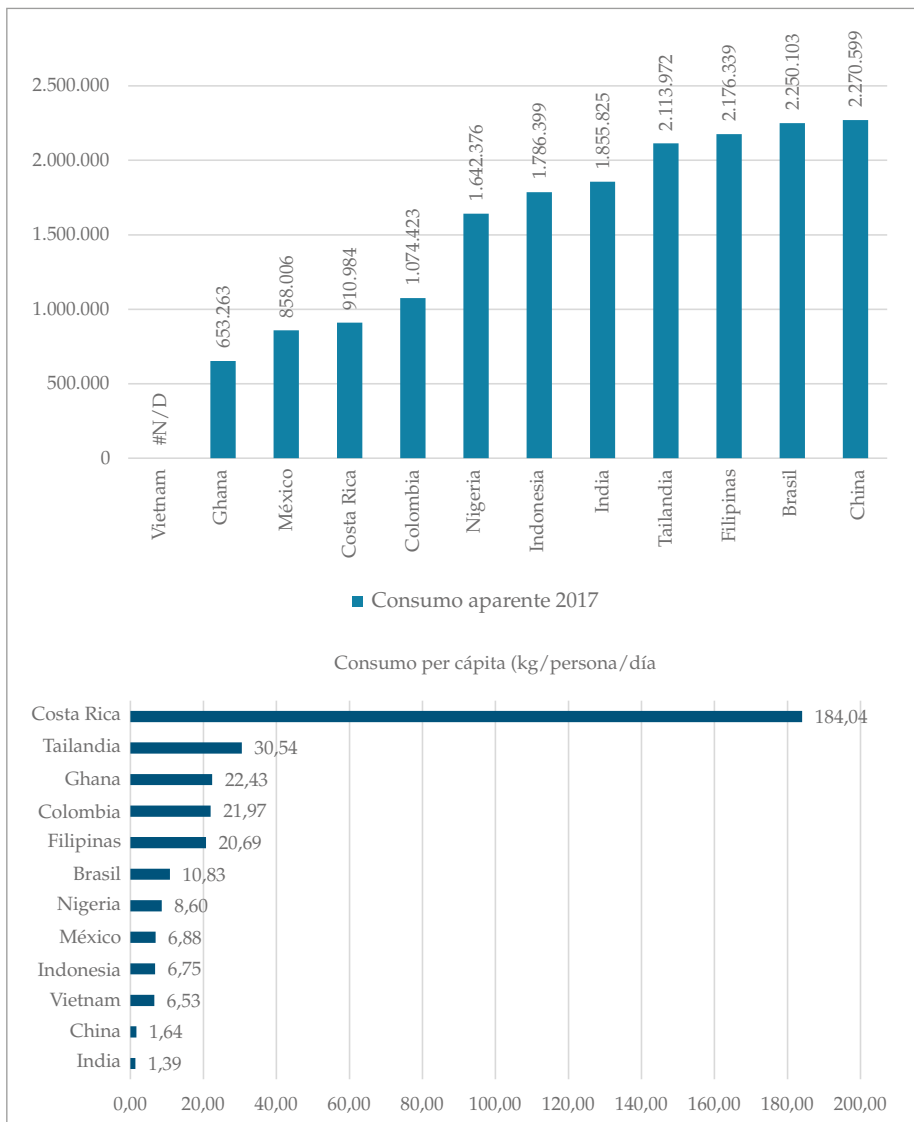


Figura 20. Países referentes en consumo aparente y per cápita de piña en 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IRC (2019), FAO (2019) y Banco Mundial (2019)

Referentes nacionales del cultivo de piña

En esta sección se presenta el análisis del entorno económico nacional para la piña como producto de comercialización en fresco y para jugo y conservas como productos de valor agregado.

Área cosechada, producción y rendimiento

En los últimos años, tanto la producción como el área cosechada de la piña en Colombia han mostrado tendencia al aumento y han llegado a valores de 1.058.109 toneladas producidas en el año 2018 y 25.093 hectáreas cosechadas en el mismo año. El rendimiento promedio de los cultivos ha oscilado entre 39,20 t/ha y 42,17 t/ha para el 2018 (figura 21).

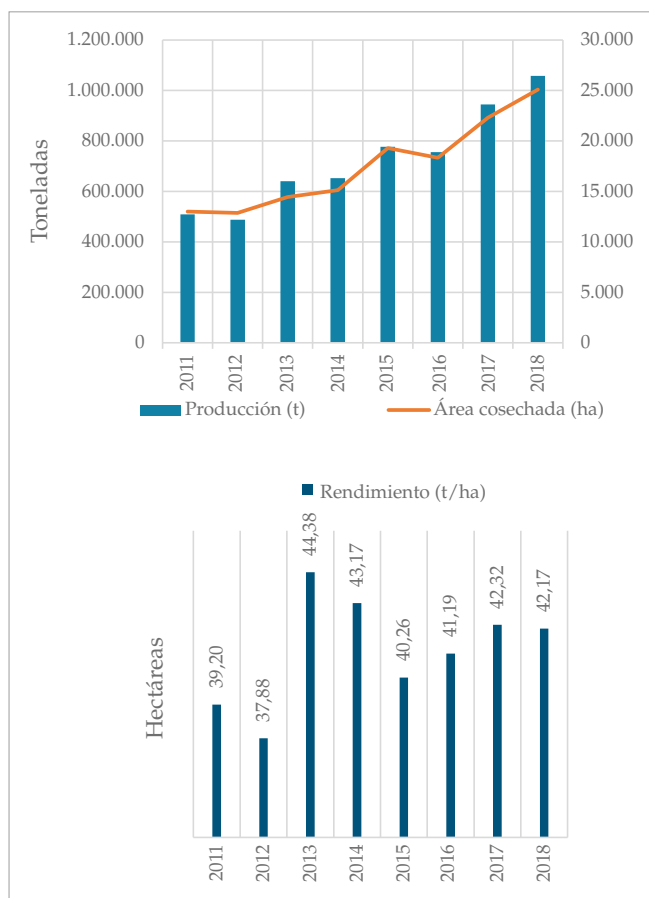


Figura 21. Área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de piña a nivel nacional.
Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2018)

El comportamiento en el área sembrada fue creciente desde el 2012, con 18.509 hectáreas, hasta el 2018, con 32.736 ha, es decir que aumentó el 56,5% en el periodo. En el caso del área cosechada, se presenta un incremento del 73% entre 2016 y 2018; los años con menor área cosechada fueron 2011 y 2012.

La piña es cultivada a 2018 en 28 de los 32 departamentos del territorio colombiano, ya que en 2018 los principales productores fueron Santander (43%), con 455.701 toneladas y 11.085 hectáreas, Valle del Cauca (14%), con 145.162 toneladas y 2.343 hectáreas, y Meta (12%), con 126.800 toneladas y 3.065 hectáreas, como se observa en la figura 22.

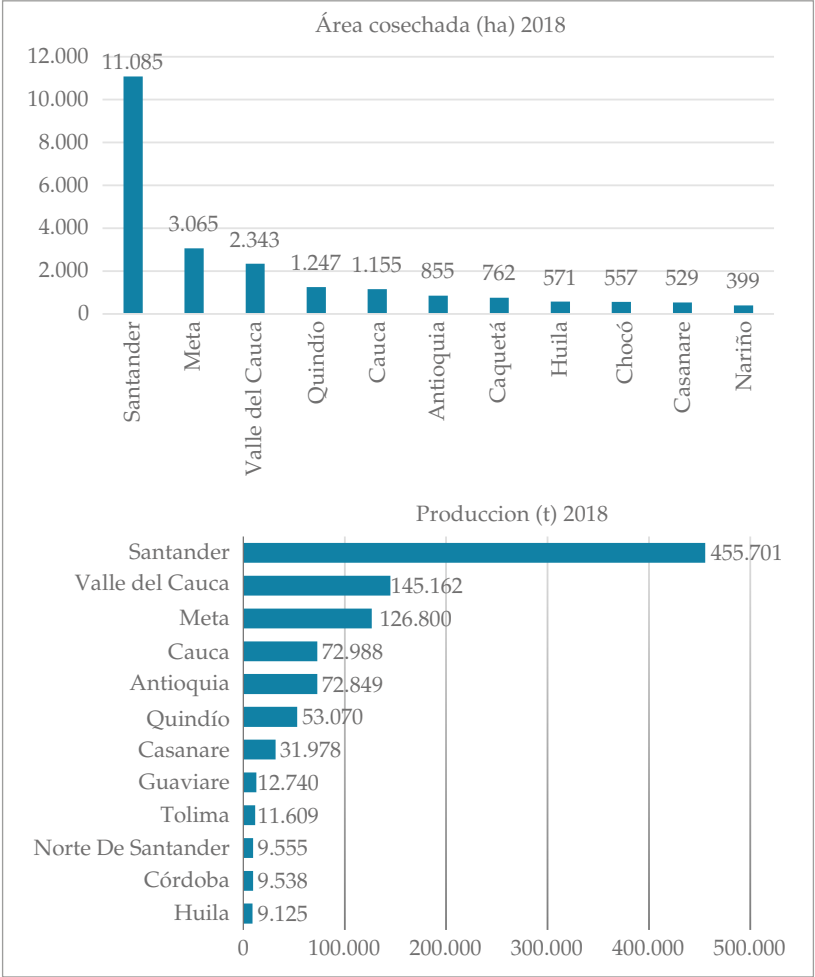


Figura 22. Área cosechada y producción de la piña en los principales departamentos.
Fuente: Elaboración propia a partir de MADR (2018)

Los departamentos que registran los mayores rendimientos en Colombia son: Antioquia (85,19 t/ha), Tolima (78,44 t/ha), Cesar (70,17 t/ha), Córdoba (64,66 t/ha) y Cauca (63,19 t/ha). De estos cinco departamentos el único que no está en el top 12 de productores es Cesar.

Precios al productor

El precio de la piña Perolera en el país, de acuerdo con los boletines diarios y el comparativo de precios de Corabastos (2019), presentó un descenso y pasó de 1.438 pesos por kilogramo en promedio el 31 de diciembre de 2018 a 938 pesos para el día 10 de septiembre de 2019. Con relación al precio promedio anual de la piña Perolera, entre 2014 y 2018 presentó un aumento y pasó de 732 a 739 pesos por kilogramo.

De acuerdo con los boletines semanales de precios de Agronet para el 2019, el precio ha presentado variaciones de acuerdo con la fecha y la variedad de la piña (Agronet, 2019):

- De la semana del 2 al 8 de febrero de 2019: la piña MD-2 alcanza el valor más alto en las ciudades de Cartagena, con \$2.200, en Santa Marta, con \$2.000, y en Chiquinquirá, con \$2.000; la piña Manzana registra los precios más altos en Medellín, con \$1.800, Pasto, con \$1.750, y Rionegro, con \$1.600. Para la piña Perolera, los precios más altos se registraron en Valledupar, con \$1.800, en Neiva, con \$1.646, y Santa Marta, con \$1.600.
- De la semana del 4 al 10 de mayo de 2019: la piña Gold alcanza el valor más alto en las ciudades de Chiquinquirá, con \$2.091, en Santa Marta, con \$2.000, y en La Unión (Nariño), con \$2.000; la piña Manzana registra los precios más altos en Rionegro, con \$1.500, Pereira, con \$1.400, y Medellín, con \$1.400; la piña Perolera registra los precios más altos en Cartagena, con \$1.680, y en Neiva y Valledupar, con \$1.607 y \$1.600 respectivamente.
- De la semana del 31 de agosto al 6 de septiembre de 2017: la piña Gold alcanza el valor más alto en las ciudades de Ubaté (Cundinamarca), con \$2.727, en Cartagena, con \$2.600, y en Santa Marta, con \$2.500; la piña Manzana registra los precios más altos en Manizales, con \$1.500, Cali, con \$1.400, y Popayán, con \$1.300; y la piña Perolera registra los precios más altos en Valledupar, con \$1.800, en Cartagena, con \$1.760 y Florencia (Caquetá), con \$1.607.

El comportamiento de los precios de la piña a nivel nacional ha presentado diferentes tendencias de acuerdo con la variedad y la ciudad en que se comercializa, como se observa en los boletines. En el caso de la piña Gold se percibe que, para lo que va corrido del año 2019, la ciudad con los precios más altos es Santa Marta; en el caso de la piña Manzana las principales ciudades son Pasto y Manizales, y en el caso de la piña Perolera los precios más altos se reportan en Cartagena y Valledupar.

Exportaciones e importaciones

Para el caso de los referentes nacionales, la dinámica comercial de la piña se analiza no solo desde el producto en fresco, sino en jugos y conservas. A partir del 2014, las exportaciones de piña han presentado diferentes variaciones de acuerdo con las cifras reportadas por ITC: entre 2014 y 2018 presentó un incremento considerable y pasó de 3.209 toneladas a 15.703 toneladas, correspondientes a un incremento que pasó de USD 2 millones a cerca de USD 9,23 millones (figura 23).

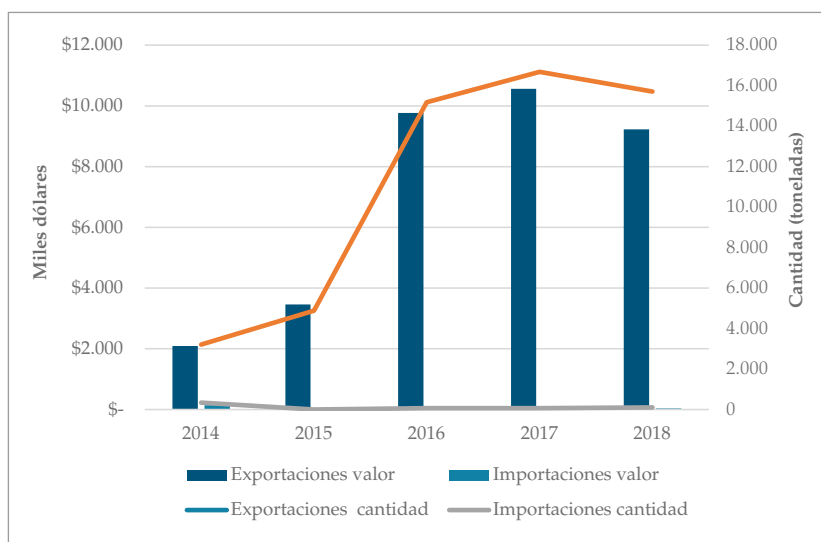


Figura 23. Exportaciones e importaciones de piña en fresco según valor y cantidad (2014-2018).
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en ITC (2019)

Con relación a las importaciones, entre 2014 y 2018 disminuyeron de 340 toneladas (USD 139.000) a 98 toneladas (USD 34.000), en su mayoría reexportaciones o producto retornado del importador.

Los principales países de destino para el 2018 fueron Italia, al cual se han exportado 3.208 toneladas (USD 1,39 millones), Chile, con 3.110 toneladas (USD 1,375 millones), y Estados Unidos, con 753 toneladas (USD 1,361 millones) (figura 24).

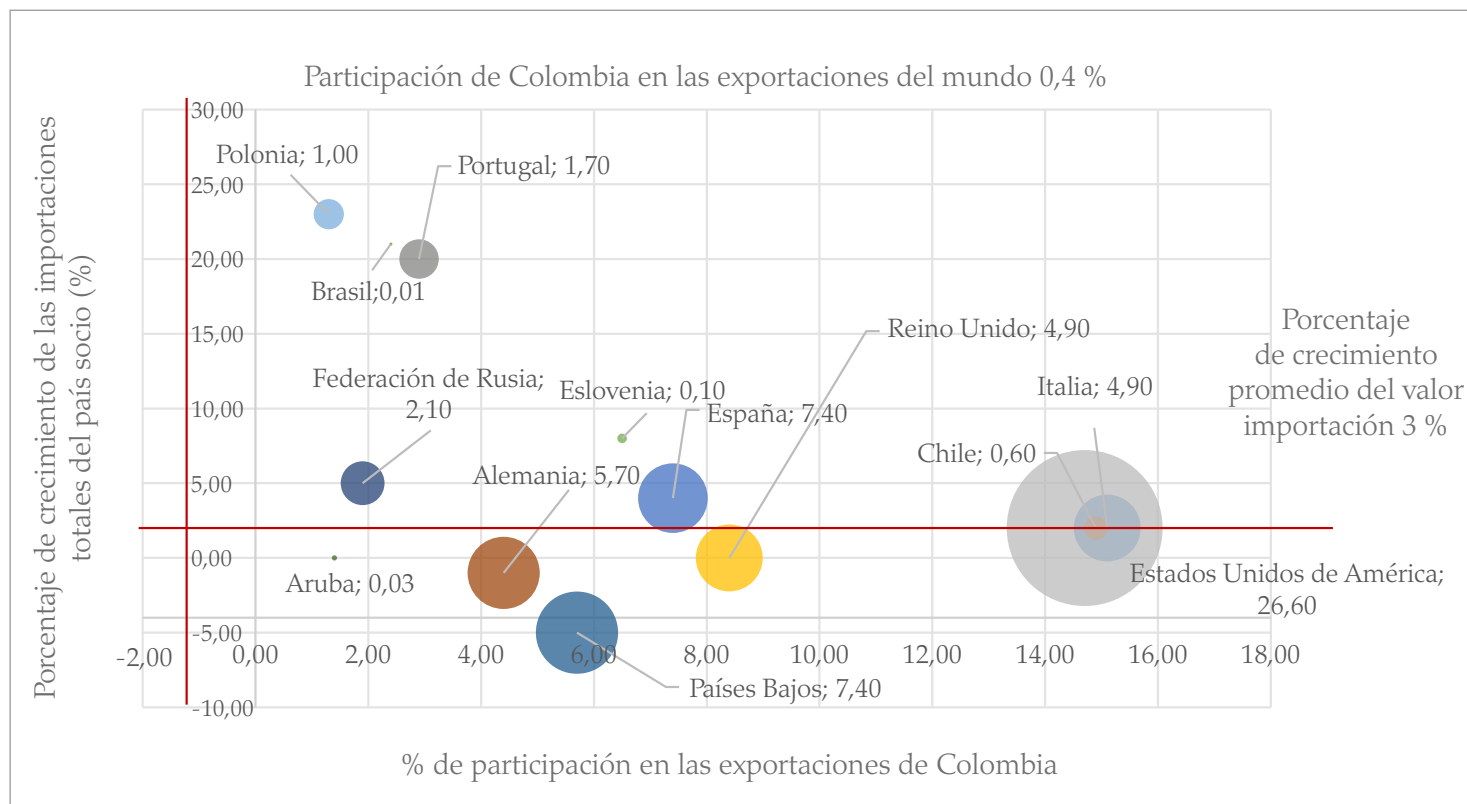


Figura 24. Principales mercados de pinya en fresco para Colombia en 2018.

Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rtc (2019)

En cuanto a productos transformados, las exportaciones e importaciones de conserva de piña (figura 25) presentan un comportamiento variable, donde se registra un aumento de las exportaciones que pasa de 299 toneladas correspondientes a USD 571.000 en el 2014 a 358 toneladas, correspondientes a USD 747.000 en el 2016. En el caso de las importaciones se reporta un descenso del 2014 al 2018, ya que pasan de 436 toneladas (USD 570.000) a 299 toneladas (USD 411.000).

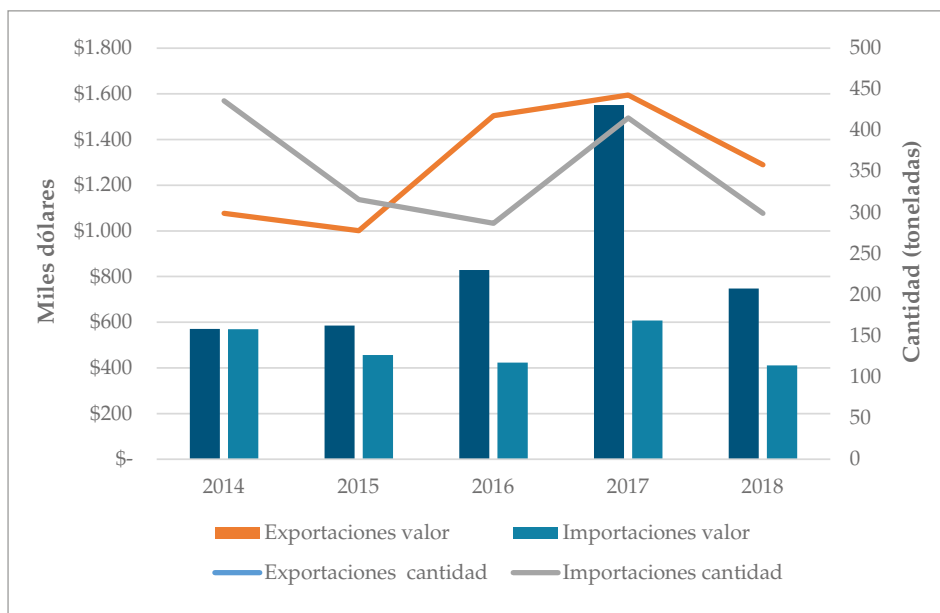


Figura 25. Exportaciones e importaciones de conserva de piña según valor y cantidad.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rtc (2019)

En la figura 26 se observan los principales países exportadores de conserva de piña, así como los principales mercados de destino. En 2018 el principal importador de conservas de piña fue Estados Unidos, con 266 toneladas equivalentes a USD 557.000, seguido por Panamá, con 29 t equivalentes a USD 72.000; en tercer lugar, está Alemania, con 6 toneladas equivalentes en valor a USD 30.000. Esto evidencia que el mercado exportador de conservas de piña de Colombia se concentra en los Estados Unidos.

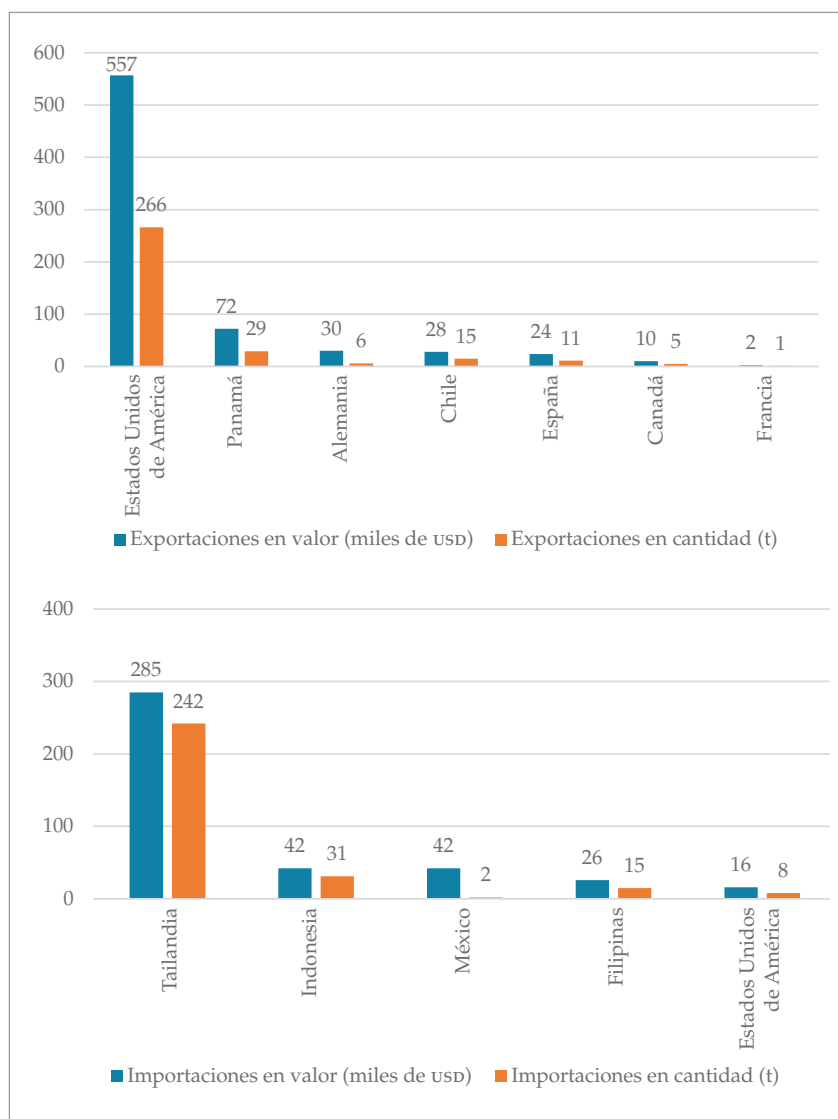


Figura 26. Exportaciones e importaciones de conserva de piña por países según valor y cantidad.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rrc (2019)

Con relación a las importaciones, el mercado de conserva de piña en Colombia tiene en Tailandia al principal exportador, con 242 t equivalentes a USD 285.000, seguido de Indonesia, con 31 toneladas equivalentes a USD 42.000, y Filipinas, con 15 t equivalentes a USD 26.000. Esto nos permite concluir que la focalización del mercado importador de este producto transformado se encuentra en el mercado asiático.

En la figura 27 se presentan las exportaciones e importaciones de jugo de piña¹ entre 2014 y 2018, que es el otro producto transformado de relevancia. La dinámica presenta un comportamiento variable principalmente en las exportaciones, dado que entre 2012 y 2014 pasó de 47 toneladas, correspondientes a USD 97.000, a una tonelada; en el 2015 aumenta nuevamente a 46 toneladas, correspondientes a USD 137.000, y en el 2016 presenta una caída considerable y pasa a 19 toneladas, correspondientes a USD 28.000.

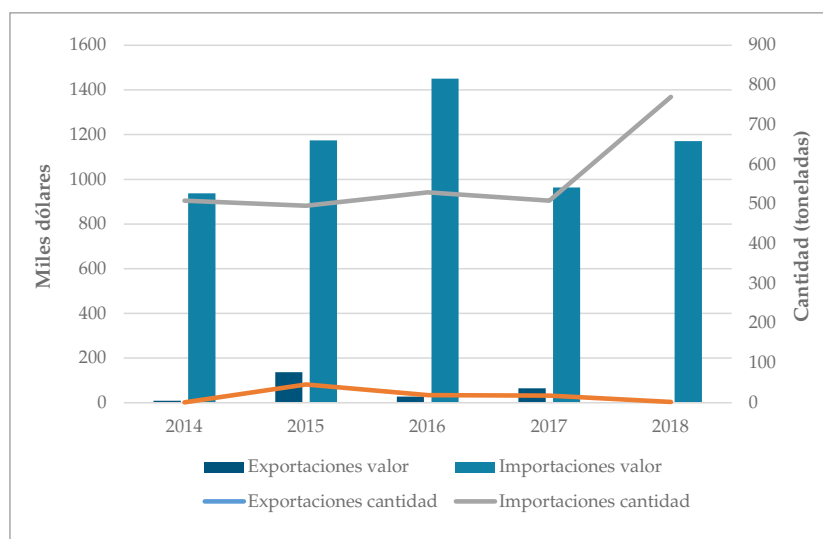


Figura 27. Exportaciones e importaciones de jugo de piña según valor y cantidad.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en RTC (2019)

En el caso de las importaciones se reporta un aumento entre 2013 y 2016, ya que pasan de 322 toneladas, correspondientes a USD 577.000, a 530 toneladas, correspondientes a USD 1.451.000. Sin embargo, entre 2014 y 2015 se presenta una leve caída y pasan de 509 a 496 toneladas, pero en términos económicos el valor de las importaciones pasó de USD 937 a USD 1.174.000.

Para analizar los mercados exportadores e importadores del jugo de piña es necesario diferenciar entre dos partidas arancelarias: 200941 (Brix ≤ 20 a 20 °C) y 200949 (Brix > 20 a 20 °C). El principal país que nos exporta jugo de piña a ≤ 20 °Brix es Austria, con 2 toneladas correspondientes a USD 2.000.

¹ Para el caso de jugo de piña se tienen dos partidas arancelarias (200941 y 200949), por lo cual al realizar el análisis se sumaron las dos partidas.

Con relación a los importadores de jugo de piña de Colombia con concentración de azúcares menor a 20 °Brix, el principal es Estados Unidos, con 3 toneladas correspondientes a 1.000 dólares.

En cuanto al jugo >20 °Brix, el principal país que importó jugo de piña de Colombia en 2018 fue Perú, por un valor de 1.000 dólares equivalentes a una tonelada. En la figura 28 se presentan los principales países a los que Colombia exporta jugo de piña, donde se destaca Tailandia, con 435 toneladas (601.000 dólares), y Países Bajos, con 224 toneladas (383.000 dólares).

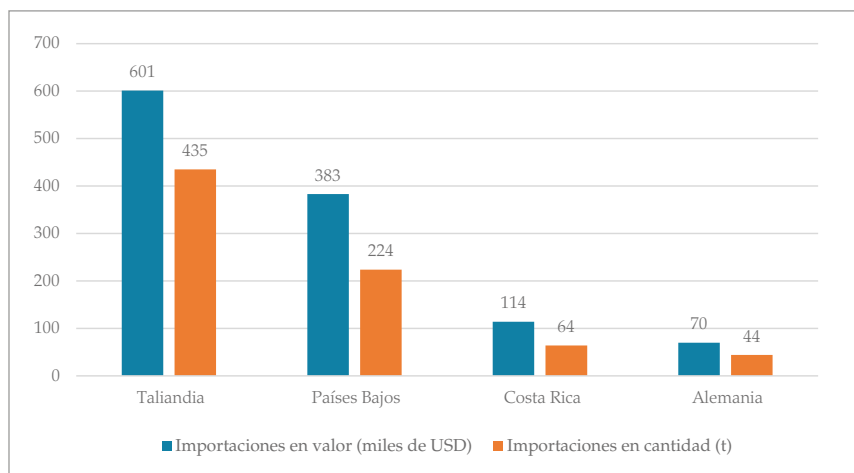


Figura 28. Mercados importadores de jugo de piña > a 20 °Brix en 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en ITC (2019)

Consumo

Se estima que el consumo aparente de piña en el país, que relaciona la balanza comercial y la producción, con base en los reportes de las Evaluaciones Municipales Agropecuarias (EVA) e ITC, entre 2014 y 2018 está entre 649.980 y 1.042.504 toneladas al año; el consumo per cápita presentó un incremento desde 2014 y pasó de 13,84 kg/persona/año a 21 kg/persona/año en 2018 (figura 29).

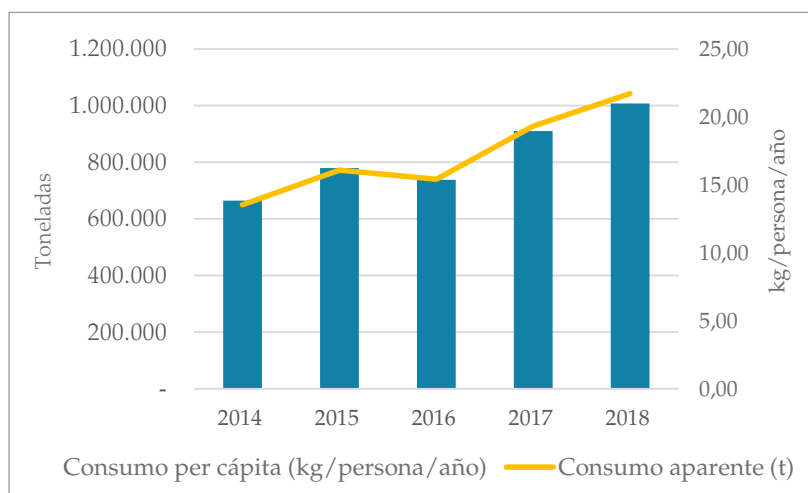


Figura 29. Consumo aparente de piña en fresco a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MADR (2018) e ITC (2019)

La piña en el contexto comercial de frutas tropicales de Colombia

Las frutas tropicales son consideradas en muchos países como productos que contribuyen al crecimiento del producto interno bruto y a la seguridad alimentaria y son considerados como productos nuevos en el comercio mundial, por lo cual es importante realizar un análisis de las principales frutas tropicales frescas en el país que son tendencia a nivel mundial: papaya, mango, aguacate y la piña.

Área cosechada, producción y rendimiento en el nivel nacional

La piña tiene la producción más alta a nivel nacional dentro del grupo de las frutas tropicales con un 50% (1.058.109 toneladas), seguida por el aguacate, con un 26% (544.933 toneladas), y en tercer lugar está el mango, con un 16% (301.526 toneladas) durante el 2018. Esto significa que desde hace unos años la piña se ha convertido en una de las principales frutas tropicales cultivadas en Colombia con relación al incremento en la demanda en el nivel mundial y local. Adicionalmente se destacan los departamentos de Santander, Valle del Cauca y Meta como los productores principales de estas frutas tropicales (figura 30).

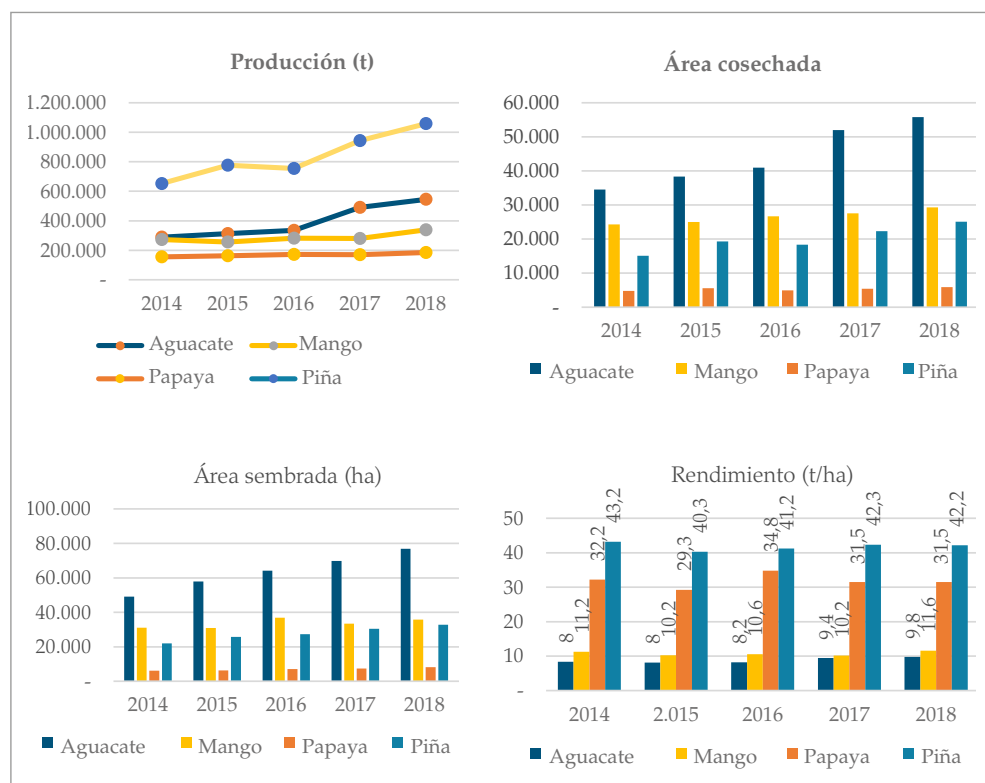


Figura 30. Área cosechada, producción y rendimiento de las principales frutas tropicales.
Fuente: Elaboración propia a partir de MADR (2018)

Sin embargo, en términos de áreas cosechadas, el aguacate presenta el mayor número de hectáreas, con 55.777 en el 2018, seguido por el mango, con 29.276 ha, y por la piña en el tercer lugar, con 25.093 hectáreas, en donde los departamentos con el mayor número de hectáreas cosechadas de frutas tropicales son Tolima, Santander y Cundinamarca. En el caso de las áreas sembradas se presenta el mismo orden, en donde el aguacate reporta 76.897 ha, el mango 35.775 ha y la piña 32.736 ha; Santander, Tolima y Antioquia son los departamentos con mayor área sembrada de estas frutas tropicales.

La piña reporta el mayor rendimiento promedio (42,2 t/ha), seguido por la papaya, con 31,5 t/ha, y el mango, con 11,6 t/ha, lo que significa que la piña presenta una mejor calidad de la tierra o una mejor explotación y un mejor uso de las técnicas agrícolas, entre otros.

Exportaciones e importaciones

Las frutas tropicales, desde hace unos años, son consideradas un grupo nuevo en la dinámica comercial tanto a nivel nacional como internacional, gracias a los diferentes acuerdos comerciales y los cambios en las preferencias de los consumidores. Las exportaciones de estas frutas (papaya, mango, piña y aguacate) han crecido durante los últimos cinco años y han pasado de 5.103 toneladas en el 2014 a 46.749 toneladas en el 2018. El principal producto exportado en 2018 fue el aguacate, con una participación del 64,19%, seguido por la piña, con un 33,59% en el 2018, como se observa en la figura 31.

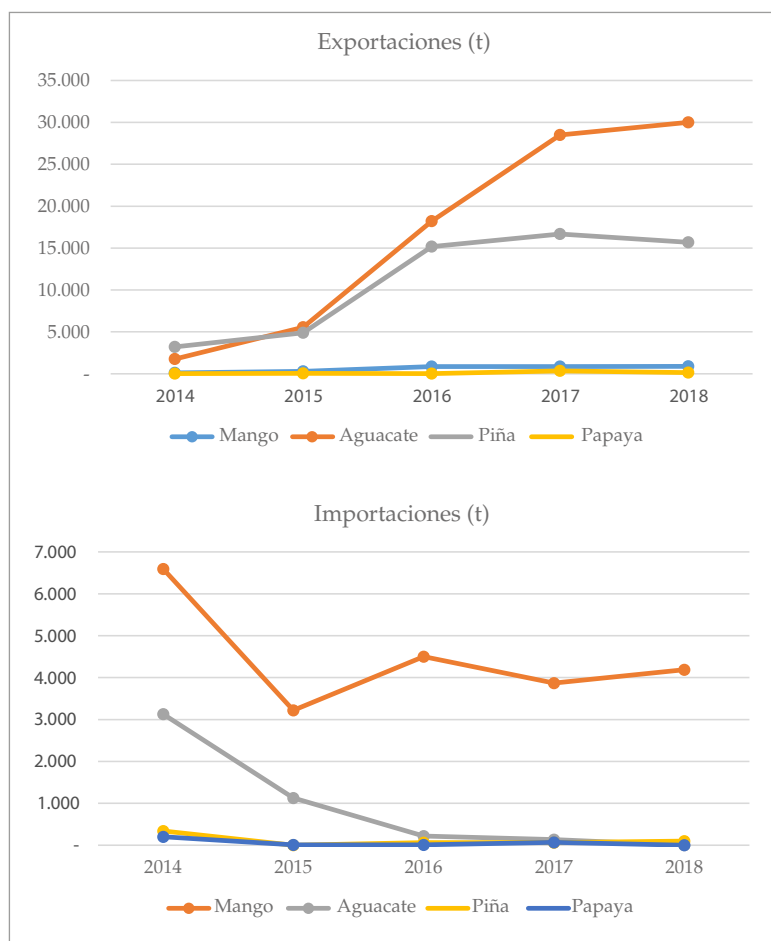


Figura 31. Exportaciones e importaciones de las principales frutas tropicales.
Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en rtc (2019)

Por su parte, la papaya tiene una pequeña participación y se registran una recuperación entre 2014 y 2017, ya que pasó de 24 a 346 toneladas, con un total de exportaciones en 2018 de 148 t.

Respecto a las importaciones de frutas tropicales, se observa una caída considerable desde el 2014, ya que pasaron de 10.264 toneladas a 4.289 toneladas en el 2018. El producto con mayor participación es el mango, con un 97,71%, ya que pasó de 6.954 toneladas en el 2014 a 4.191 toneladas en el 2018.

Consumo

El análisis del consumo de frutas tropicales se realiza a través del cálculo del consumo aparente, el cual presenta un crecimiento sostenido durante los últimos cinco años, en donde la piña reporta la mayor participación con un 59%, seguida por el aguacate, con un 31%, y el mango, con un 17% durante el 2016. Esto explica el aumento en la producción y el aumento en la demanda de frutas, dada la tendencia por llevar una vida saludable y los nuevos hábitos alimenticios que conllevan un cambio en el momento de la compra y en el consumo de los productos alimenticios (figura 32).

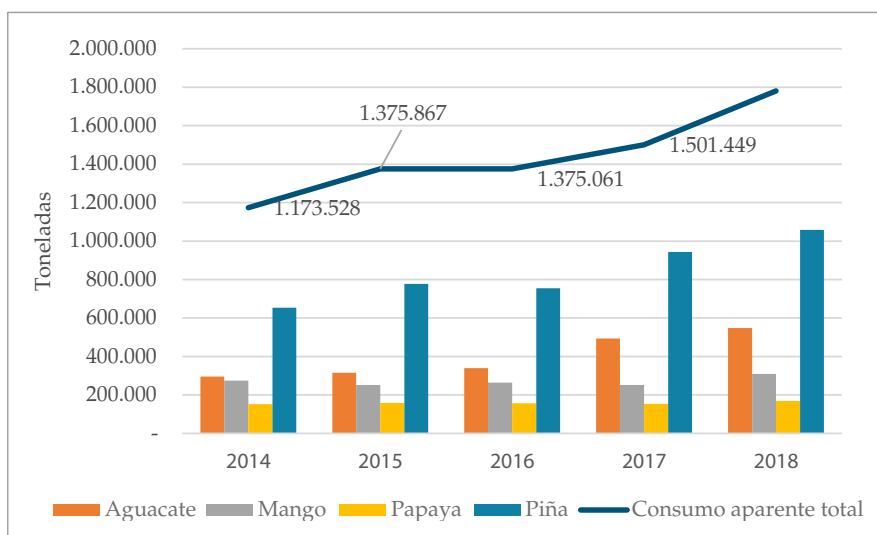


Figura 32. Consumo aparente de frutas tropicales a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MADR (2018) e ITC (2019)

Retos y tendencias para la piña como producto comercial

La piña hace parte del grupo de frutas tropicales que ha presentado un incremento en los últimos años, en donde se ha generado una alta demanda no solo a nivel nacional, sino internacional por las frutas frescas, las conservas y los jugos, entre otros. Por esta razón Colombia implementó un programa de exportaciones de frutas exóticas hacia Estados Unidos, La Unión Europea y América. Sin embargo, en el caso de los Estados Unidos, la piña debe cumplir con unos requisitos para la entrada, entre los que se encuentran la inspección y desinfección en el primer puerto de entrada, a pesar de tener permiso de ingreso en la mayoría de los puertos (Cámara de Comercio Colombo Americana [AmCham Colombia], 2013).

Por otro lado, en la Unión Europea se ha incrementado la tendencia hacia los jugos de fruta 100% naturales, ya que la mayoría de las frutas procesadas se consumen en néctares, en donde las tendencias de estos mercados son hacia los productos innovadores y competitivos en sus precios, por lo cual los europeos, al comprar sus productos, tienen en cuenta la presentación, la autenticidad y los sabores nuevos, es decir que prefieren comprar la piña en trozos, la mezcla de sabores en postres, las ensaladas agrídulces y la fruta orgánica, entre otros.

Por esta razón uno de los principales desafíos en el país debe ser producir una mayor cantidad de piña con mayor valor orgánico, aprovechando los diferentes pisos térmicos que existe en Colombia, para convertirse en un cultivo atractivo para muchos inversionistas que buscan poder llegar a mercados potenciales como Reino Unido y la Unión Europea.

Basados en esto, el Gobierno nacional, con otros actores del sector agropecuario, diseñaron el Plan Frutícola Nacional (PFN) con el fin de establecer estrategias y objetivos al año 2025 para duplicar la producción de frutas y hortalizas en el país, que permitan alcanzar una mayor participación tanto en la producción como en las exportaciones agrícolas (Asohofrucol, 2006). Algunas de las estrategias son: la articulación entre los diferentes actores, ya que permite asegurar una mayor coordinación en los procesos de exportación con el fin de cumplir con diferentes requisitos exigidos por los mercados internacionales; desarrollar un centro de investigación especializado en frutas que cuente con

el apoyo de todos los actores con el fin de obtener nuevas variedades, lograr un desarrollo comercial, generar tecnologías, consolidar a Colombia como país exportador de frutas de alta calidad en diferentes presentaciones del producto, promover la asociatividad entre los pequeños productores para la producción y la comercialización de las frutas, fortalecer las capacidades de los actores y de la infraestructura, implementar servicios de transferencia de tecnología y asistencia técnica e incentivar el consumo de frutas y verduras en el nivel nacional, entre otros (Palacio, 2012).

Todas estas estrategias ayudan a superar las diferentes limitantes que se presentan para este subsector, como el bajo nivel de tecnificación, no contar con suficientes paquetes tecnológicos, la baja asociatividad, la intermediación y la falta de infraestructura en la etapa de poscosecha, entre otras (Palacio, 2012).

Análisis DOFA del entorno económico y productivo

Teniendo como base la caracterización del entorno económico y productivo para el cultivo de piña, las especificidades del contexto mundial y nacional, el comportamiento de las variables socioeconómicas de producción, consumo, exportaciones e importaciones, así como algunas tendencias específicas del mercado, se construye la matriz de estrategias DOFA (tabla 13).

Tabla 13. Matriz DOFA: entorno económico y productivo

	Fortalezas	Debilidades
Matriz DOFA: entorno económico y productivo para el cultivo de piña en Colombia	• Variedades de piña que permiten contar con una gama de sabores y posibilidades de uso según su mercado de destino. • Diferentes nichos de mercado para el producto transformado (en fresco, jugos, conservas y subproductos). • Comportamiento creciente en las áreas de cultivo y los indicadores de producción. • Rendimientos de cultivo por encima de la media de la región (dependiendo de la variedad cultivada). • Se tienen identificadas las principales zonas de producción en el país con características diferenciales de clima y suelos que inciden en una mayor producción bajo condiciones de exportación.	• Ausencia de procesos de producción tecnificados y estandarizados. • Falta de asociatividad por parte de los productores al no estar conformada ni reglamentada en el nivel nacional la cadena de piña, que impulse el desarrollo territorial. • Falta capacitación a los productores para que incorporen en su producción los procesos tecnificados. • Ausencia de políticas que permitan acceder a procesos de certificación orgánica, buenas prácticas y comercio justo. • Baja continuidad en estudios específicos de mercado en los nichos actuales y potenciales de mercado. • Escasa experiencia (cantidades exportadas) en la exportación de productos transformados (conservas y jugos). • Precios altos a nivel nacional que desincentivan la exportación (precio abastos <i>vs.</i> precio implícito de exportación).

(Continúa)

(Continuación tabla 13)

Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
Las nuevas tendencias de consumo en los mercados nacionales e internacionales de productos naturales y orgánicos (ej.: frutos deshidratados). Dentro de la región, la producción de piña se está transformando en una fuente importante de ingresos para las cadenas hortofrutícolas. Analizar el comportamiento de los mercados objetivo a partir del comportamiento de los principales clientes y proveedores. Políticas de promoción al cultivo de piña que han influido en el aumento del área cultivada y los indicadores de producción. Variedades de piña priorizadas por sus características (ej.: rendimiento). Programas de exportación de frutas tropicales a nichos específicos. Aumento del consumo aparente en el mercado interno.	• Desarrollar estudios de mercado uno a uno (mejor producto – mejor cliente), en los que se analice el comportamiento de una variedad específica y los productos que se transformen a partir de esta en un mercado objetivo. • Diseñar planes de producción con base en estadísticas de comercio, factores de producción y condiciones edafoclimáticas específicas para cada zona de producción. • Generar y fortalecer mecanismos para la promoción, la adopción y la articulación de los programas enfocados a la producción, la transformación y la comercialización de los productos y subproductos de piña para mantener el mercado local e incrementar el mercado de exportaciones.	• Generar programas de fortalecimiento a la tecnificación de las actividades en cosecha y poscosecha, como respuesta a las tendencias de consumo en productos de piña con valor agregado. • Promover la asociatividad y la capacitación de productores de piña teniendo como base las políticas e instrumentos de fortalecimiento al cultivo de piña y los mecanismos de articulación producto-comercializador-cliente orientados a mercados de exportación. • Diseñar, fortalecer y promover los instrumentos de política pública enfocados a garantizar el acceso a programas de implementación y certificación de buenas prácticas para el acceso a mercados diferenciados.

(Continúa)

(Continuación tabla 13)

Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
Competidores con un alto nivel de especialización técnica y comercial en piña como cultivo priorizado (ej.: Costa Rica). Barreras arancelarias para el ingreso de productos de piña como mecanismo de protección a los productos locales. Incremento en las importaciones de productos transformados de piña. Cambios en las políticas de calidad y sanidad de productos en los diferentes nichos de mercado (ej.: límites máximos de residualidad). Cambios en las tendencias de consumo hacia productos sustitutos o complementarios (ej.: otras frutas tropicales como mango, papaya, aguacate y pasifloras, entre otras). Centralización del comercio de piña en un grupo de actores.	Fortalecer las diferentes zonas de producción de piña teniendo como base la orientación del mercado en cuanto al grado de transformación, aprovechamiento de subproductos, variación en el consumo (cambios en los índices de exportación e importación) y acuerdos comerciales (tratados de libre comercio y acuerdos arancelarios). Fortalecer los mecanismos de transferencia de tecnologías de transformación que permitan aprovechar los rendimientos de cultivo para la sustitución de importaciones de productos de valor agregado (pulpas, jugos y conservas). Consolidar estructuras de agronegocio en las diferentes zonas de producción como estrategia para fomentar la proyección internacional y la diversificación de productos en fresco y con valor agregado.	Diseñar un programa de transformación tecnológica que garantice sostenibilidad (económica, social y ambiental), así como factores de diferenciación para la introducción y el posicionamiento de la piña y sus productos en el mercado interno y externo. Establecer alianzas estratégicas que faciliten la conformación y la formalización de la cadena productiva de la piña en el nivel nacional a través del tejido institucional en el territorio. Construir agronegocios que tengan como base a los productores (asociados y no asociados) para su fortalecimiento técnico y comercial, en productos y nichos específicos.

Fuente: Elaboración propia





Capítulo IV

Análisis del entorno científico, tecnológico y de capacidades en investigación para el cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) en Colombia y el mundo

El objetivo de este capítulo es presentar las dinámicas y tendencias científico-tecnológicas en la investigación sobre la piña como objeto de estudio. Se identificaron los principales países, organizaciones e investigadores referentes en el nivel internacional, contemplando la investigación básica (artículos científicos) y la investigación aplicada (patentes). Se analizan tendencias específicas de investigación para cinco áreas temáticas claves en el sector agropecuario: (i) manejo sanitario; (ii) material de siembra y mejoramiento genético; (iii) manejo cosecha, poscosecha y transformación; (iv) socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial; y (v) calidad e inocuidad de insumos y productos. Complementariamente, se analizan las perspectivas tecnológicas para la investigación futura en piña.

Referentes internacionales en investigación básica y aplicada del cultivo de piña

En las siguientes secciones se desarrolla el análisis de tendencias en investigación básica² y aplicada para el cultivo de piña en el contexto internacional.

² La investigación básica se entiende como aquella que da lugar a nuevos conocimientos científicos para lograr mayor comprensión de los problemas, pero sin aplicación comercial inmediata. Son investigaciones desarrolladas principalmente en el sector público debido a las externalidades que las convierten en un bien público. Por su parte, la investigación aplicada desarrolla nuevas tecnologías e inventos tangibles adaptando las investigaciones básica y estratégica a la solución de problemas específicos del campo.

Referentes internacionales en investigación básica

A continuación se presentan los referentes internacionales en investigación básica, así como las tendencias mundiales en investigación y las organizaciones clave en el panorama global, según los principales temas de investigación para el cultivo de piña.

Manejo sanitario y fitosanitario

Históricamente, las plagas, enfermedades y malezas han causado una pérdida significativa de rendimiento en la producción de piña y por tanto se han convertido en un tema de constante investigación, y más teniendo en cuenta la creciente demanda de los consumidores por sistemas de cultivo más ecológicos y la producción orgánica. Por tal razón, a continuación se presentan las principales tendencias en investigación internacional acerca del manejo sanitario y fitosanitario de la piña.

Como se observa en la figura 33, la publicación de artículos científicos asociados a esta temática muestra un comportamiento cíclico, con picos de publicaciones en años como el 2011 y el 2015. Se destaca que entre 2014 y 2016, en todos los años, se publicaron más artículos científicos que en el periodo 2010-2013, es decir, más de 36 artículos por año.

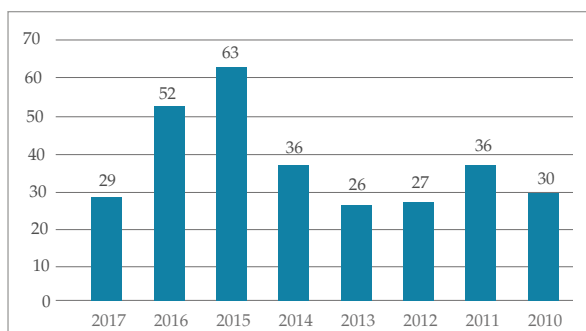


Figura 33. Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Ahora bien, los tópicos emergentes de esta temática están relacionados con la caracterización de insectos que amenazan la producción de piña, así como con el estudio del comportamiento *in vitro* del *Fusarium guttiforme*.

Por su parte, los tópicos tendenciales hacen énfasis en el control alternativo de *Thielaviopsis paradoxa* y *Charala paradoxa*, agente causal de la pudrición negra de la piña, la integración de UV-C con el tratamiento de levadura antagonista para controlar la enfermedad poscosecha y mantener la calidad de la fruta y el estudio de las incidencias espaciales y temporales de virus asociados a la marchitez de las colas de la piña. Los tópicos de base, por otra parte, se enfocan en el análisis de la estructura taxonómica de las levaduras y la microbiota de bacterias del ácido láctico de la piña y el estudio de la prevalencia, concentración, deterioro y mitigación de *Alicyclobacillus* en concentrados de jugos de frutas tropicales como la piña.

Como se observa en la figura 33, durante en el periodo analizado 2010-2017 se publicaron 299 artículos científicos referentes a esta temática, con aportes de 160 entidades de investigación y 160 autores. Respecto de las entidades, se destaca que en 22 de estas instituciones se aglomera el 40% de los artículos, y se destacan en los primeros lugares, con ocho o más artículos, las universidades de:

- Universidade Estadual do Norte Fluminense
- Universidade Federal de Vicosa
- University of Florida
- Universidade de São Paulo (usp)
- University of Hawaii at Manoa

En la figura 34 se relacionan las principales 10 instituciones y en la tabla 14 se caracterizan, con información relevante, las tres primeras.

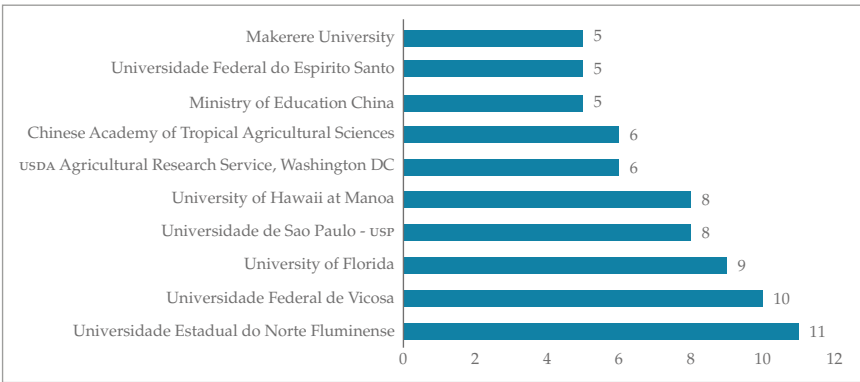


Figura 34. Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de manejo sanitario y fitosanitario (2010-2017).
Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 14. Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)

Organizaciones referentes	Información de interés	Investigadores referentes
Universidade Estadual do Norte Fluminense [16]	• Brasil • 38 investigadores • Técnicas específicas de fertilización nitrogenada en el crecimiento de plántulas de piña micropropagadas durante la aclimatación, métodos de inoculación en las hojas de piña y uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) para la producción de plántulas	• Dos Santos, P. C. • Olivares, F. L. • Baldotto, L. E. B.
Universidade Federal de Viosa [11]	• Brasil • 53 investigadores • Comportamiento <i>in vitro</i> del <i>Fusarium guttiforme</i>, evaluación de los métodos de inoculación en las hojas de piña y uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) para la producción de plántulas	• Cruz, L. I. B. • Cruz, M. D. C. M. • De Castro, G. D. M.
University of Florida [9]	• Estados Unidos • 29 investigadores • Caracterización de los patrones de emergencia de las plántulas de chinche y análisis de prevalencia, concentración y especies de <i>Alicyclobacillus</i> en concentrados tropicales y subtropicales	• Hijaz, F. • Killiny, N. • Acanda, Y.

[] Número de artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Por otra parte, de los 160 autores solo el 4% reportan aportes en cuatro o más artículos de este tipo, donde los más productivos (por número de artículos) son los de nacionalidad brasileña. En la figura 35 y la tabla 15 se muestran

los 10 principales autores que relacionan artículos asociados a esta temática. Así mismo, se detalla la información de contacto y los principales temas de investigación de los tres primeros investigadores en el *ranking* para esta temática y periodo (2010-2017).

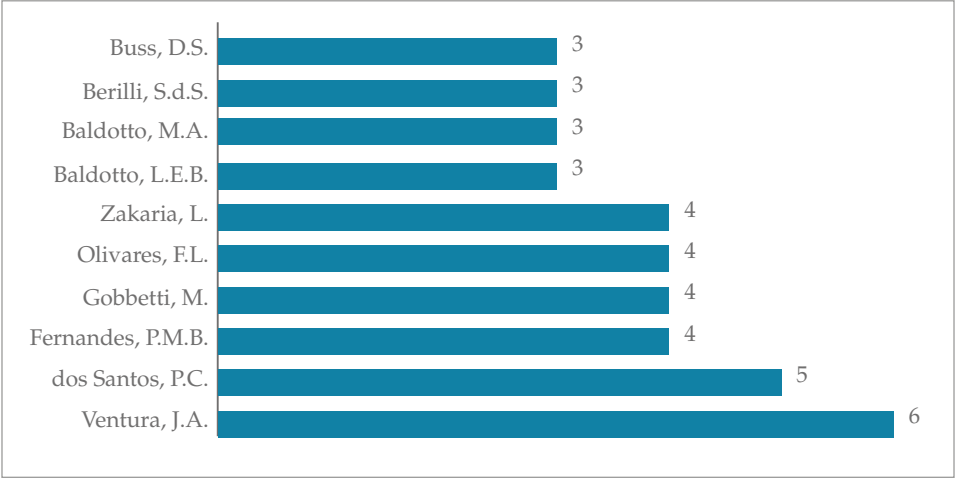


Figura 35. Principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017).
Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 15. Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)

Investigador de referencia	Institución	Temas
Ventura, J. A. [6]	- Universidade Federal do Espirito Santo, Núcleo de Biotecnología, Vitoria, Brasil - Brasil - ventura@incaper.es.gov.br	- Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta de la piña. - Control biológico. - Caracterización de insectos que amenazan la producción de piña - Susceptibilidad y resistencia de la piña (Vitoria) al <i>Fusarium guttiforme</i>.

(Continúa)

Investigador de referencia	Institución	Temas
Dos Santos, Paulo C. [5]	• Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goitacazes, Brasil • Brasil • pcsantos18@hotmail.com	• Uso de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en la producción de plántulas de piña. • Efecto de diferentes sustratos y dosis de fertilizante de liberación controlada sobre el desarrollo y la nutrición de la piña micropropagada durante la aclimatación. • Susceptibilidad y resistencia de varias variedades de piña a la fusariosis.
Fernandes, P. M. B. [4]	• Universidade Federal do Espírito Santo, Núcleo de Biotecnología, Vitoria, Brasil • Brasil • patricia.fernandes@pq.cnpq.br	• Espectrometría de masas por tiempo de vuelo de desorción/ionización láser asistida por matriz para identificar algunas especies de patógenos. • Susceptibilidad y resistencia de la piña Vitoria y Perola a fusariosis.

[] Número de artículos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Por otra parte, los principales países de afiliación de los autores e instituciones que publicaron artículos relacionados con esta temática son, en su orden, Brasil, Estados Unidos y China, países que concentran el 44% del total de artículos publicados en este tema en el periodo de estudio. No resulta extraño que estos países destaquen en la investigación científica del cultivo de piña, dado que comprenden grandes extensiones de este producto y ocupan el tercer (Brasil) y cuarto (China) lugar a nivel mundial en la producción de piña (tabla 16).

Tabla 16. Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)

País	Principales instituciones
Brasil [66]	• Universidade Estadual do Norte Fluminense [11] • Universidade Federal de Vicosa [10] • Universidade de São Paulo (usp) [8] • Universidade Federal do Espirito Santo [5] • Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) [4]
Estados Unidos [35]	• University of Florida [9] • University of Hawaii at Manoa [8] • USDA Agricultural Research Service, Washington D. C. [6] • United States Department of Agriculture [3] • USDA ARS U. S. Horticultural Research Laboratory
China [31]	• Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences [6] • Ministry of Education, China [5] • Hainan University [4] • South China Agricultural University [4] • Hainan Key Laboratory of Banana Genetic Improvement [2]

[] Número de artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Finalmente, los referentes en cuanto a las fuentes de consulta para la temática de manejo sanitario y fitosanitario de la piña son, en su orden, la *Revista Brasileira de Fruticultura*, *Acta Horticulturae* y *Crop Protection*, tal como lo muestra la figura 36.

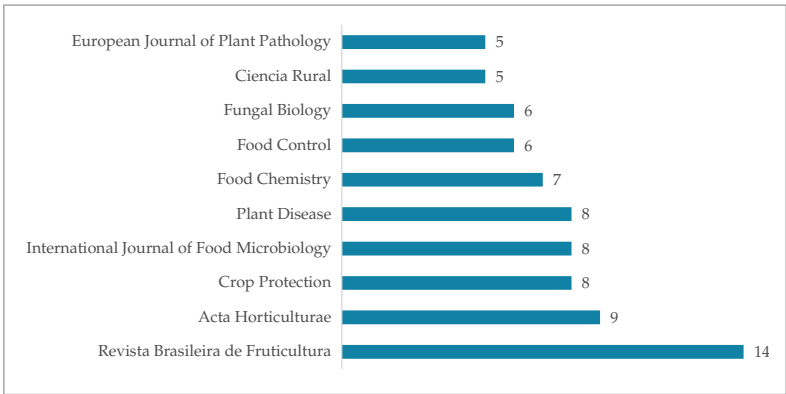


Figura 36. Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017).
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Material de siembra y mejoramiento genético

La dinámica de publicaciones científicas internacionales referidas a la temática de material de siembra y mejoramiento genético muestra una tendencia cíclica, tal como se observa en la figura 37, y presenta un mayor número de publicaciones por año en el periodo 2015-2017.

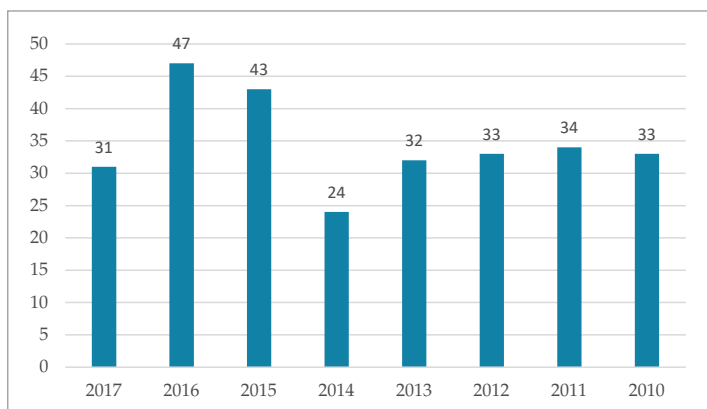


Figura 37. Dinámica de las publicaciones internacionales sobre el tema “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Para el periodo comprendido entre 2010 a 2017 se reportaron un total de 277 artículos publicados en 136 fuentes de consulta, donde se destacan la *Revista Brasileira de Fruticultura*, *Scientia Horticulturae*, *Acta Horticulturae* y *Tropical Plant Biology*, con el 21% del total de artículos (figura 38).

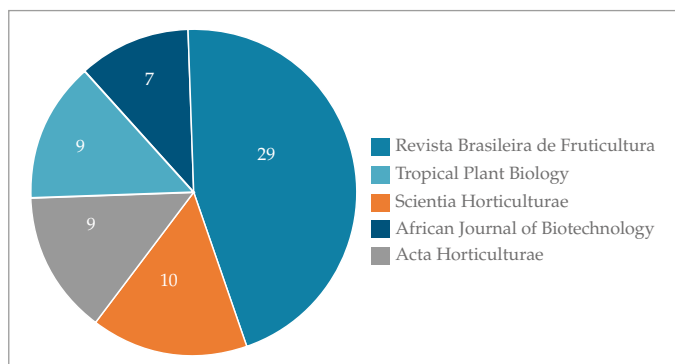


Figura 38. Cinco principales fuentes de consulta internación para el tema “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Por otra parte, los tópicos emergentes en esta temática están relacionados con la caracterización de insectos que amenazan la producción de piña, así como con el estudio del comportamiento *in vitro* del *Fusarium guttiforme*. Por su parte, los tópicos tendenciales hacen énfasis en el control alternativo de *Chalara paradoxa*, agente causal de la pudrición negra de la piña, la integración de UV-C con el tratamiento de levadura antagonista para controlar la enfermedad poscosecha y mantener la calidad de la fruta y el estudio de las incidencias espaciales y temporales de virus asociados a la marchitez de las colas de la piña. Los tópicos de base, por su parte, hacen énfasis en la caracterización y evaluación de propiedades térmicas, estructurales, químicas, mecánicas y morfológicas de variedades de fibra de hoja de piña y el estudio de los residuos de piña como fuente de bromelina.

Como se mencionó, el principal objetivo del mejoramiento genético se centra en la producción de variedades resistentes a plagas y enfermedades y con mejores características para competir en el mercado de la piña fresca, con características como el color, la forma de la fruta, el contenido de azúcares altos, ácidos bajos, baja translucidez de la pulpa y buen sabor, entre otras.

Para avanzar en el logro de estos objetivos, los investigadores han centrado sus esfuerzos en trabajar en técnicas de criopreservación, manejo de material genético *in vitro* y clonación molecular, entre otros temas de importancia para el mejoramiento genético. Se destacan, a partir del número de publicaciones en esta temática, investigadores como F. V. D. Souza, J. C. Lorenzo, R. Ming, G. M. Sun y E. H. de Souza, quienes, como se observa en la figura 39 y la tabla 17, han dedicado sus artículos de investigación a estos temas.

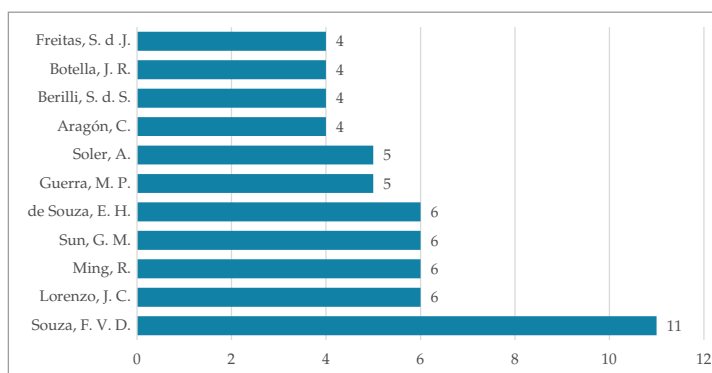


Figura 39. Principales investigadores internacionales para la temática “material de siembra y mejoramiento genético” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 17. Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)

Investigadores referentes	Información de contacto	Temática de investigación
Souza, F. V. D. [11]	• USDA ARS National Center for Genetic Resources Preservation, Fort Collins, United States • Estados Unidos y Brasil • fernanda.souza@embrapa.br	• Marcadores moleculares para el contenido de fibra; técnicas de análisis mecánicas, químicas, morfológicas, térmicas y estructurales de variedades para obtención de fibra de las hojas. • Técnicas de criopreservación. • Análisis de bancos de germoplasma. • Cultivares ornamentales. • Técnicas de manejo de material genético <i>in vitro</i>.
Lorenzo, J. C. [6]	• Universidad de Ciego de Ávila, Laboratory for Plant Breeding, Morón, Cuba • Cuba • jclorenzo@bioplantas.cu	• Contenido de minerales en clones transgénicos de piña. • Fisiología de clones transgénicos. • Análisis de propiedades fisiológicas de material vegetal <i>in vitro</i>. • Medición de composición química de clones transgénicos en campo.
Sun, G. M. [6]	• Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, South Subtropical Crop Research Institute, Danzhou, China • China • gm-sun@163.com	• Técnicas de clonación molecular. • Caracterización de genes. • Efectos del almacenamiento a bajas temperaturas.

[] Número de artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Estos investigadores hacen parte de 160 instituciones, dentro de las que sobresalen por la publicación de artículos en esta temática: Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Universidade Estadual do Norte Fluminense y Embrapa. Estas tres entidades acumulan el 15% de los artículos encontrados para esta temática, por lo que a continuación se destaca información de importancia para cada una de estas instituciones (figura 40).

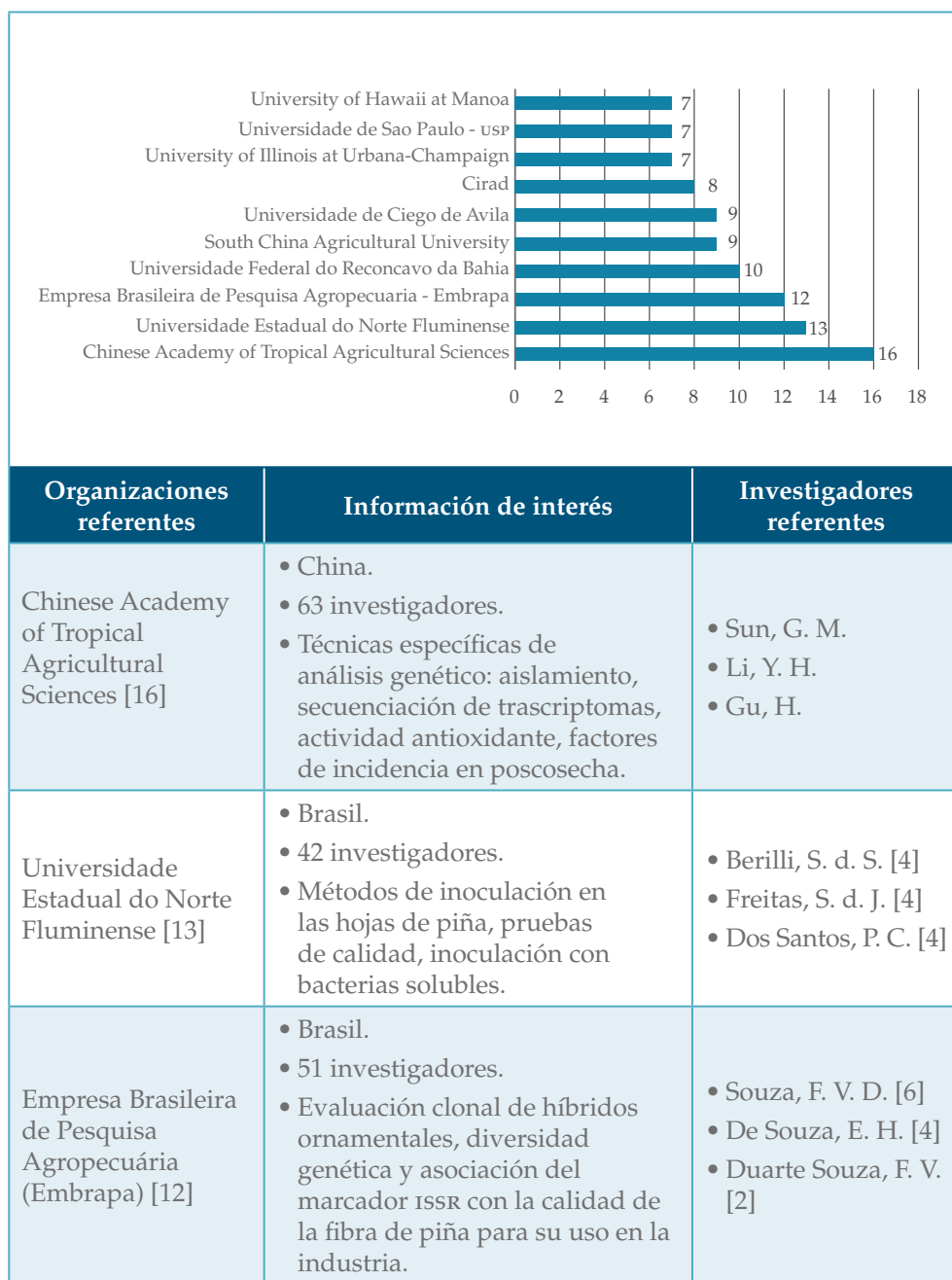


Figura 40. Principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de material de siembra y mejoramiento genético, organizaciones e investigadores referente (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Manejo cosecha, poscosecha y transformación

La publicación de artículos referidos a la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación de la piña mantuvo una dinámica creciente desde el 2012 hasta el 2015, a partir de allí cayó de 89 a 72 en 2017, es decir que presentó una reducción del 19% en dos años. Al igual que en las anteriores temáticas, como se muestra en la figura 41, el comportamiento es cíclico, con altos y bajos, y en un periodo de 8 años alcanza un total de 455 artículos.

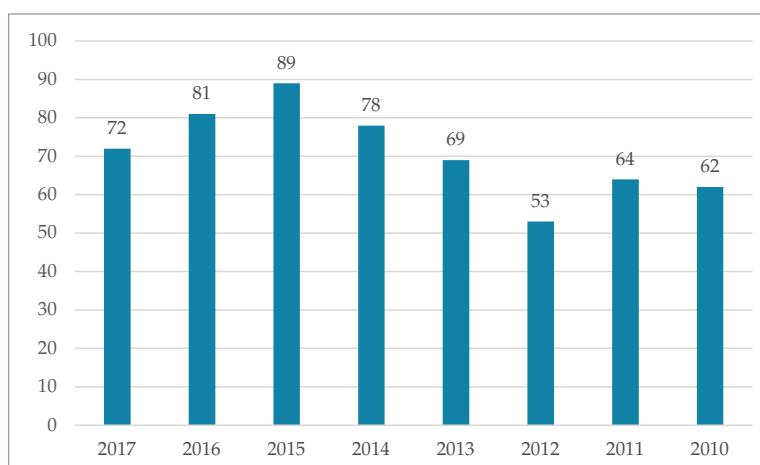


Figura 41. Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Los tópicos emergentes de esta temática están relacionados con el desarrollo de subproductos derivados de los residuos de la piña, la estabilidad de su calidad durante el almacenamiento en frío y el análisis microbiológico de sus jugos. Por su parte, los tópicos tendenciales hacen énfasis en el estudio sobre la extracción de bromelina en residuos de piña, la evaluación *in vitro* de la fermentación de subproductos agroindustriales a base de piña, la caracterización y extracción de compuestos volátiles y el estudio de los efectos de los tratamientos con calor ultravioleta en actividades enzimáticas y contenido fenólico del jugo de piña.

Los tópicos de base, es decir, aquellos con mayor citación, se concentran en el estudio de las propiedades antioxidantes químicas, tecnológicas e *in vitro* del concentrado de fibra dietética de piña, la cuantificación de compuestos bioactivos en pulpas y subproductos de la piña y la evaluación de la vida útil de la piña recién cortada.

Las instituciones que más aportan a la producción de artículos científicos referidos a esta temática son: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Universiti Putra Malaysia, Universidade Estadual de Campinas y Universidade de São Paulo (USP), que abarcan el 9% de los artículos publicados. Estas instituciones pertenecen a los principales países que contribuyen en estas publicaciones, en su orden, Brasil, India y Tailandia. Dada su importancia, a continuación se presenta información relevante de estas instituciones y países (figura 42 y tabla 18).

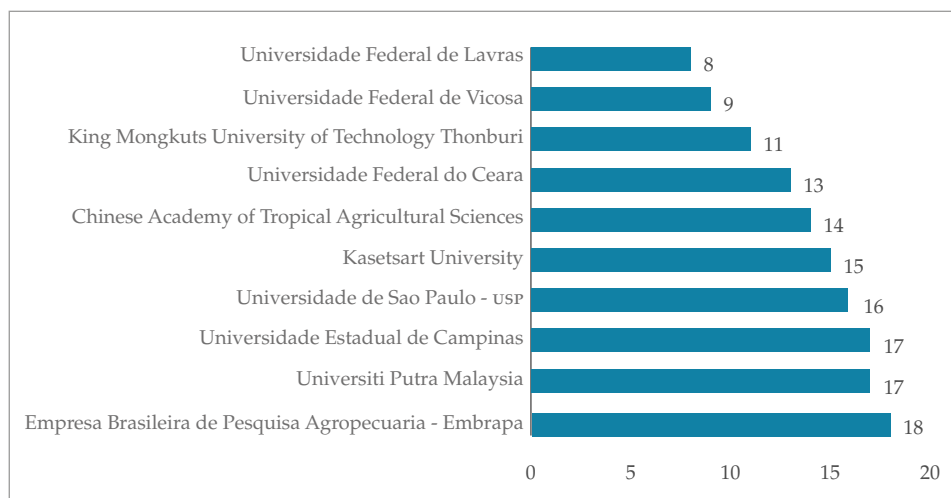


Figura 42. Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 18. Análisis cienciométrico del contexto internacional de la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)

Organizaciones referentes	Información de interés	Investigadores referentes
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) [18]	• Brasil. • 100 investigadores. • Asociación del marcador ISSR con la calidad de la fibra de piña para su uso en la industria, caracterización y selección de híbridos ornamentales, estudios de estabilidad de pulpas mixtas congeladas en la preparación de jugos, estudios de calidad de la piña.	• Azevêdo, J. A. G. • Detmann, E. • Pereira, L. G. R.
Universiti Putra Malaysia [17]	• Malasia. • 52 investigadores. • Pasteurización UV con manga de vidrio de cuarzo, propiedades fisicoquímicas de pulpas y polvos de piña, métodos para prolongación de la vida útil y la calidad de la piña recién cortada.	• Shamsudin, R. • Mohd Adzahan, N. • Adzahan, N. M.
Universidade Estadual de Campinas [17]	• Brasil. • 75 investigadores. • Actividad antioxidante, fenólicos y UPLC-ESI (-) - MS de extractos de diferentes partes de frutas tropicales y cáscaras procesadas; métodos de conservación de la piña fresca y recién cortada; aislamiento, caracterización genotípica y resistencia al calor de los jugos tropicales.	• Eberlin, M. N. • Bataglioni, G. A. • Benassi, M. d. T.

(Continúa)

(Continuación tabla 18)

Organizaciones referentes	Información de interés	Investigadores referentes
Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017)		
País	Principales instituciones	
Brasil [122]	• Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) [18] • Universidade Estadual de Campinas [17] • Universidade de São Paulo (usp) [16] • Universidade Federal do Ceara [13] • Universidade Federal de Vicosá [9]	
India [61]	• Central Food Technological Research Institute, India [6] • Indian Institute of Technology, Kharagpur [6] • Council of Scientific and Industrial Research, India [6] • Defence Food Research Laboratory, India [4] • Tezpur University [4]	
Tailandia [52]	• Kasetsart University [15] • King Mongkut’s University of Technology Thonburi [11] • King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang [8] • Prince of Songkla University [7] • Mae Fah Luang University [5]	

[] Número de artículos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Ahora bien, frente a los autores que mayor participación tienen en esta temática encontramos a R. Shamsudin, S. Chakraborty y H. N. Mishra, quienes concentran sus esfuerzos en el modelado de la cinética de la polifenoloxidasas y la inactivación de peroxidasa y bromelaína de la piña durante la alta presión y los tratamientos térmicos. Estos tres autores abarcan el 3% del total de artículos encontrados para esta temática (tabla 19 y figura 43).

Tabla 19. Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “manejo sanitario y fitosanitario” (2010-2017)

Investigador de referencia	Institución	Temas
Shamsudin, R. [7]	• Universiti Putra Malaysia, Department of Process and Food Engineering • Serdang, Malasia - rosnahs@upm.edu.my	• Pasteurización UV con manga de vidrio de cuarzo, efectos de la irradiación ultravioleta repetitiva sobre las propiedades fisicoquímicas y la estabilidad microbiana del jugo de piña, estudios sobre la cocción de la mermelada de piña.
Chakraborty, S. [6]	• Institute of Chemical Technology, Food Engineering and Technology Department • Mumbai, India snehasisftbe@gmail.com	• Estudios sobre la cocción de la mermelada de piña; modelado de la cinética de la polifenoloxidasas y la inactivación de peroxidasa y bromelaína de la piña durante la alta presión y los tratamientos térmicos.
Mishra, H. N. [4]	• Indian Institute of Technology, Kharagpur, Agricultural and Food Engineering Department • Kharagpur, India - gayatri.mishra21@gmail.com	• Almacenamiento de puré de piña de alta presión y procesado térmicamente; modelado de la cinética de la polifenoloxidasas y la inactivación de peroxidasa y bromelaína de la piña durante la alta presión y los tratamientos térmicos.

[] Número de artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus

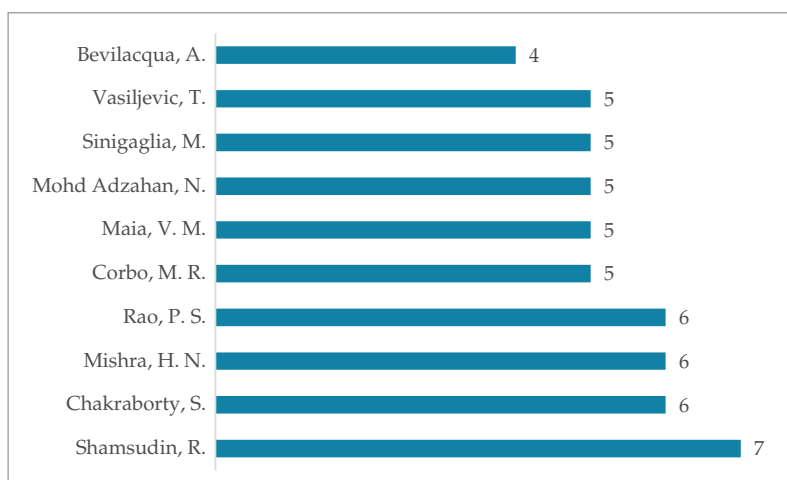


Figura 43. Principales investigadores internacionales para la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Finalmente, se destacan como fuentes de consulta para esta temática las revistas *Food Chemistry International*, *Food Research Journal*, *Revista Brasileira de Fruticultura* y *LWT Food Science and Technology*, en las cuales se han publicado el 14% del total de artículos identificados (figura 44).

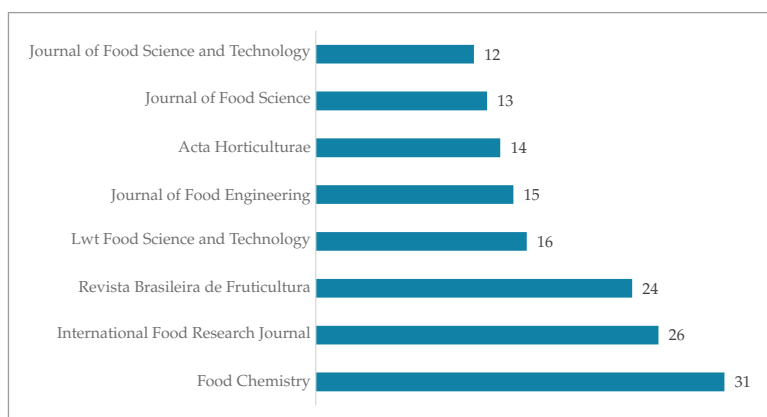


Figura 44. Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “manejo cosecha, poscosecha y transformación” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial

La dinámica de la publicación de artículos relacionados con la temática de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial se ha mantenido estable en un rango entre 17 y 23 artículos por año; no obstante, 2015 fue un año atípico en donde se incrementó la publicación a 36 artículos.

Los tópicos emergentes de esta temática están relacionados con el desarrollo de estudios acerca de la concentración regional del valor bruto de la producción de piña, la eficiencia económica de la piña orgánica y su efecto en el costo, cambios en el modelo de comercio internacional de piña y problemas y perspectivas de la producción de piña. Por su parte, los tópicos tendenciales hacen énfasis en el análisis de los determinantes de la participación de los productores de piña en los mercados nacionales y el análisis de los costos de producción y rentabilidad de piña Perola. Los tópicos de base, es decir, aquellos con mayor citación, se concentran en uso de un enfoque multivariado para evaluar la incidencia de *Alicyclobacillus* en jugos (figura 45).

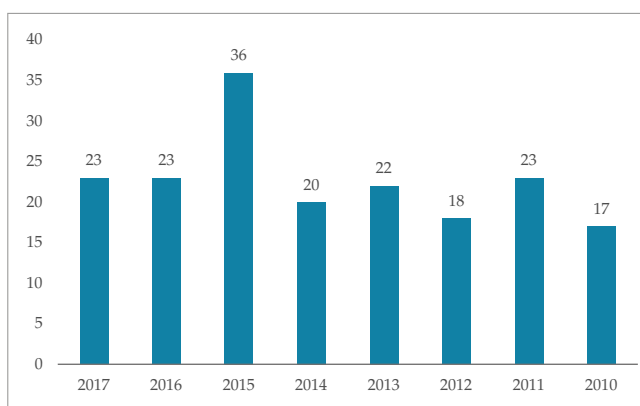


Figura 45. Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

De los 182 artículos identificados para esta temática, el 12% proviene de autores cuya filiación está relacionada con la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Federal de Lavras y Universidade Estadual de Montes Claros. A continuación se detallan las primeras tres instituciones con información acerca de los principales autores y temas de investigación (figura 46 y tabla 20).

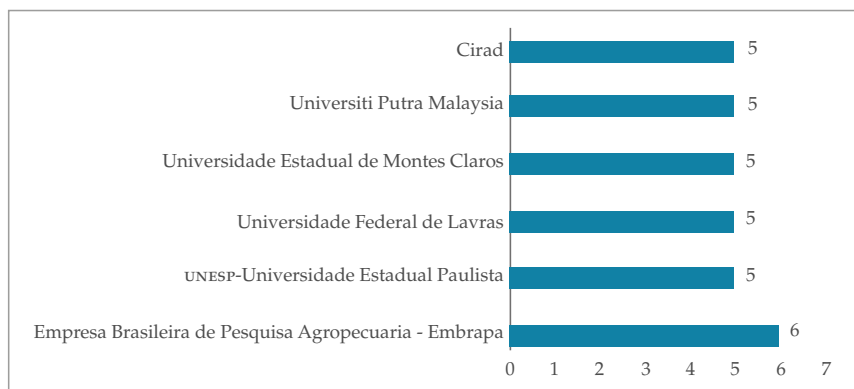


Figura 46. Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial (2010-2017).
Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 20. Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)

Organizaciones referentes	Información de interés	Investigadores referentes
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) [6]	• Brasil. • 27 investigadores. • Caracterización y selección de híbridos ornamentales.	• Souza, F. V. D. • de Souza, E. H. • Alves, R. E.
Universidade Estadual Paulista (UNESP) [5]	• Brasil. • 20 investigadores. • Costo de producción y rentabilidad de piña Perola; sistemas intercalados de piña como alternativa para la generación de ingresos; estudios de la evolución de la fruticultura brasileira.	• Sampaio, A. C. • Andrade, F. T. • Bardivieso, D. M.
Universidade Federal de Lavras [5]	• Brasil. • 24 investigadores. • Sistemas intercalados de piña como alternativa para la generación de ingresos, plantas ornamentales de piña.	• Araújo, A. G. • Dias, M. M. • Dos Santos, V. A.

[] Número de artículos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Respecto a los autores, 160 investigadores participaron en la publicación de los 182 artículos identificados; de estos se destacan autores de nacionalidad francesa y brasileña, quienes han centrado sus esfuerzos en investigar acerca de los modelos predictivos para el bolsillo coriáceo, la putrefacción del núcleo de la fruta de la piña y la fecha de cosecha e indicadores de crecimiento en la piña (figura 47 y tabla 21).

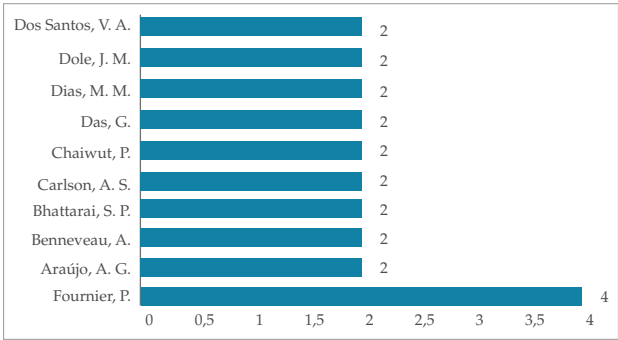


Figura 47. Principales investigadores internacionales para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información Scopus (2019)

Tabla 21. Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)

Investigador de referencia	Institución	Temas
Fournier, P. [4]	Cirad París, Francia patrick.fournier@cirad.fr	- Modelo predictivo para el bolsillo coriáceo, la putrefacción del núcleo de la fruta de la piña y la fecha de cosecha; indicadores de crecimiento en la piña. - Indicadores de crecimiento para diferentes cultivares de piña.
Araújo, A. G. [2]	Sergipe Parque Tecnológico Aracaju, Brasil agaraujo2003@hotmail.com	Propagación <i>in vitro</i> de plantas ornamentales.
Benneveau, A. [2]	Universite de La Reunion France	Modelo predictivo para el bolsillo coriáceo y la putrefacción del núcleo de la fruta de la piña; indicadores de crecimiento en la piña

[] Número de artículos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Como ya se ha mencionado, Brasil es uno de los países que sobresale en la publicación de artículos relacionados con la temática de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial, con un total de 45 publicaciones en los últimos siete años. Dentro de sus instituciones se destaca la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) y la Universidade Estadual Paulista (UNESP). Asimismo, se destacan países como India, Malasia y Estados Unidos que, junto con Brasil, abarcan el 50% del total de artículos publicados en esta temática (tabla 22).

Tabla 22. Detalle de los principales países que reportan artículos para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017)

País	Principales instituciones
Brasil [45]	• Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) • Universidade Estadual Paulista (UNESP) • Universidade Federal de Lavras • Universidade Estadual de Montes Claros • Universidade de São Paulo (USP)
India [20]	• ICAR Research Complex for NEH Region • Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya • National Institute of Technology, Silchar • College of Agricultural Engineering and Technology • S. V. Agricultural College
Malasia [13]	• Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences [6] • Ministry of Education, China [5] • Hainan University [4] • South China Agricultural University [4] • Hainan Key Laboratory of Banana Genetic Improvement [2]

[] Número de artículos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

En total se encontraron 127 fuentes de consulta y, como era de esperarse, la principal fuente para esta temática resulta ser de Brasil, la *Revista Brasileira de Fruticultura*, con un total de 14 artículos; seguidamente se encuentran *Acta Horticulturae*, *African Journal of Biotechnology*, *Food Control* y *Fruits* (figura 48).

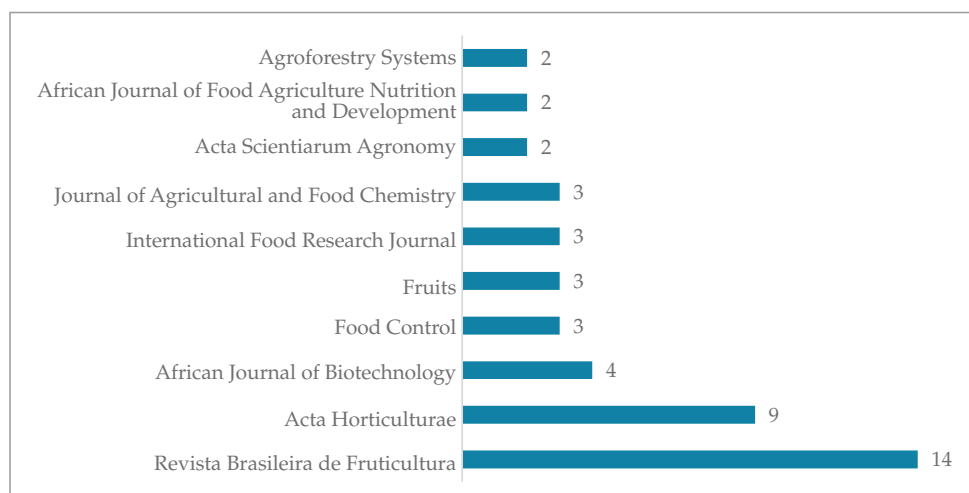


Figura 48. Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Calidad e inocuidad de insumos y productos

Durante el periodo 2010-2017 se identificaron un total de 435 artículos relacionados con la calidad e inocuidad de insumos y productos, que presentan su mayor pico en el año 2015 con 72 artículos publicados. A partir de este año se muestra un comportamiento decreciente, sin embargo, en 2017 se publicaron más artículos (57) que en años anteriores al 2013 (figura 49).

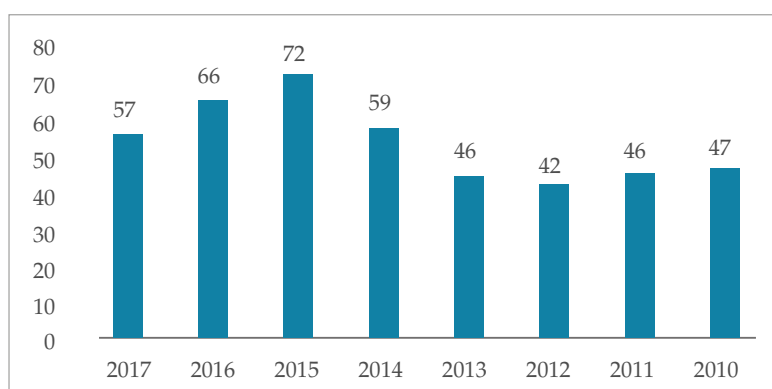


Figura 49. Dinámica de las publicaciones científicas internacionales referidas a la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

La institución que mayor participación tiene en la publicación de artículos de esta temática es la Universiti Putra Malaysia, con 15 artículos en total. Esta institución ha concentrado los esfuerzos de 46 investigadores, principalmente en estudios de calidad fisicoquímica, compuestos antioxidantes y actividad de la piña MD-2 en cinco etapas de maduración; la aplicación de tecnologías para la purificación de bromelina y el análisis de los efectos de diferentes preparaciones de piña sobre otros productos.

Otras instituciones que aportan en gran medida a la dinámica de las publicaciones relacionadas con esta temática son Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Universidade Estadual de Campinas, Kasetsart University y Universidade Estadual Paulista (UNESP) (figura 50 y tabla 24).

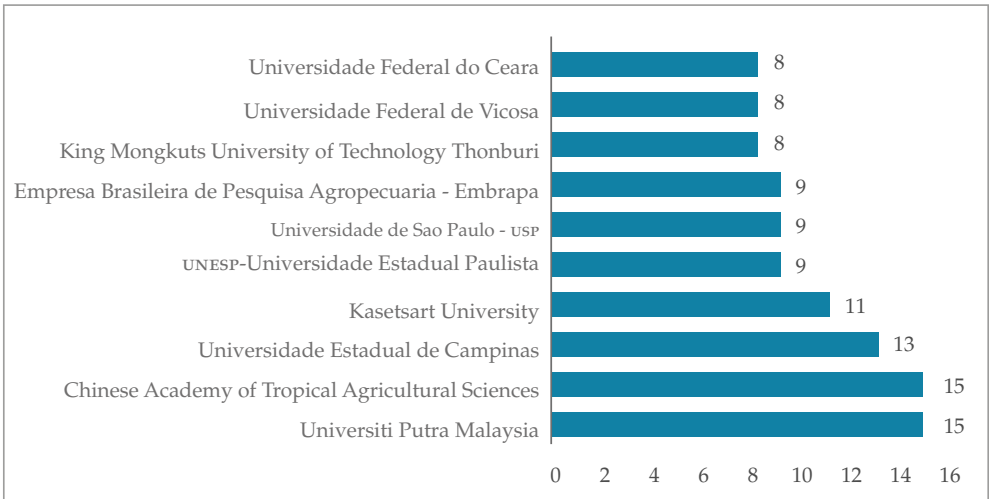


Figura 50. Detalle de las principales instituciones internacionales que realizan investigación en la temática de calidad e inocuidad de insumos y productos (2010-2017).
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Tabla 24. Análisis cuantitativo del contexto internacional del tema “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)

Organizaciones referentes	Información de interés	Investigadores referentes
Universiti Putra Malaysia [15]	• Malasia. • 45 investigadores. • Calidad fisicoquímica, compuestos antioxidantes y actividad de la piña MD-2 en cinco etapas de maduración; aplicación de tecnologías para la purificación de bromelina; efectos de diferentes preparaciones de piña sobre otros productos.	• Mohd Adzahan, N. • Azarakhsh, N. • Ghazali, H. M.
Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences [15]	• China. • 53 investigadores. • Estudios del comportamiento de <i>Salmonella</i> en frutas tropicales recién cortadas y de correlación de perfiles fenólicos y actividades antioxidantes de diferentes variedades de piña; análisis de compuestos volátiles en piña fresca cortada.	• Gu, H. • Hu, H. • Sun, G.
Universidade Estadual de Campinas [13]	• Brasil. • 59 investigadores. • Modelado de la inactivación de <i>Byssoschlamys nivea</i> y <i>Neosartorya fischeri</i> en zumos de piña; efectos del revestimiento de almidón de yuca en la calidad y vida útil de la piña fresca; estudios de correlación entre la capacidad de captación frente a especies reactivas de oxígeno y los compuestos bioactivos de pulpas de frutas congeladas.	• Benassi, M. d. T. • Chisté, R. C. • Eberlin, M. N.

[] Número de artículos.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Los principales investigadores en esta temática tienen un máximo de seis artículos. Se destacan Y. Liu y N. Mohd Adzahan, cuyos esfuerzos, como se puede observar en la figura 51 y la tabla 25, se enfocan en la calidad de la fruta en la etapa de poscosecha.

Tabla 25. Detalle de los principales investigadores internacionales para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017)

Investigador de referencia	Institución	Temas
Liu, Y. [6]	- Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Institute of Fruit Tree Research - Guangzhou, China founderlch@126.com	Calidad del fruto en respuesta a la temperatura elevada en un corto período de poscosecha; efectos del estrés salino sobre el crecimiento, la concentración de iones y la calidad de las frutas de piña.
Mohd Adzahan, N. [6]	- Universiti Putra Malaysia, Department of Food Technology - Serdang, Malaysia	Efectos del revestimiento comestible para la prolongación de la vida útil y la retención de la calidad de la piña recién cortada.
Liu, C. [5]	- Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Institute of Fruit Tree Research - Guangzhou, China	Calidad del fruto en respuesta a la temperatura elevada en un corto período de poscosecha; efectos del estrés salino sobre el crecimiento, la concentración de iones y la calidad de las frutas de piña.

[] Número de artículos.
 Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

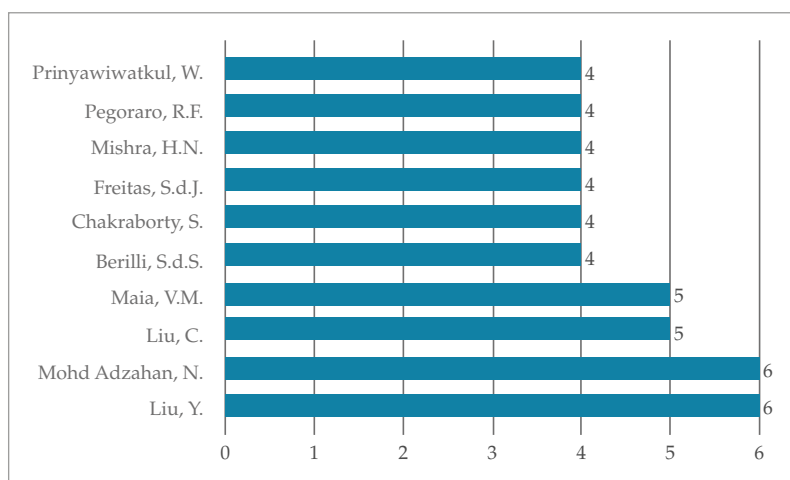


Figura 51. Principales investigadores internacionales para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Las fuentes en donde se encuentra el mayor número de artículos de investigación asociados a la calidad e inocuidad de insumos y productos de la piña son, en su orden, *Food Chemistry*, *Revista Brasileira de Fruticultura*, *International Food Research Journal* e *International Journal of Food Science and Technology* (figura 52).

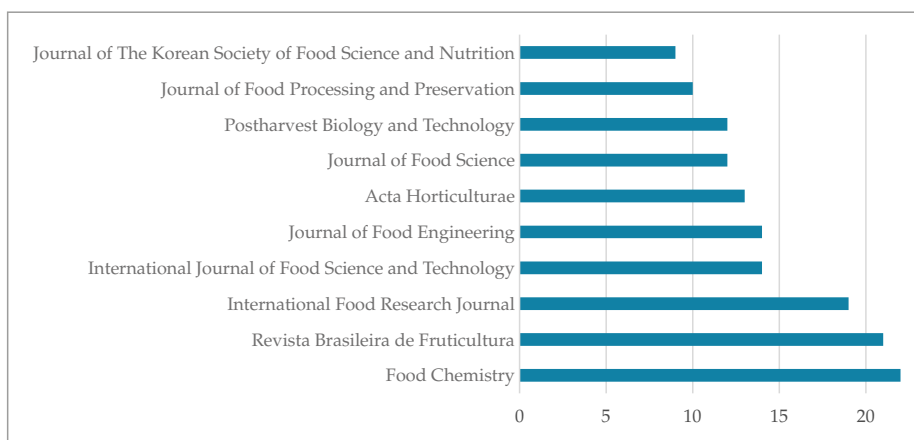


Figura 52. Principales fuentes de consulta que reportan artículos para la temática “calidad e inocuidad de insumos y productos” (2010-2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Referentes internacionales en investigación aplicada

El análisis de la investigación aplicada relacionada con la piña como producto del sector agropecuario se centra en la identificación de patentes afines a las áreas temáticas descritas en el capítulo 2 a través del método de patentometría.

La patentometría es considerada un homólogo al análisis bibliométrico de publicaciones científicas indexadas y se enfoca en la medición de la producción tecnológica en un dominio específico que permite acercarse a las industrias a una realidad en ciencia, tecnología e innovación (Medina, 1996).

Como herramienta de análisis de patentes, la vigilancia tecnológica permite estructurar, para las particularidades del objeto de estudio, la estrategia de búsqueda, recolección y análisis de la información, y focaliza el conocimiento en generar la línea de base para los actores involucrados.

Para el caso de la piña, la ecuación de búsqueda desarrollada tiene como raíz estructural las denominaciones más utilizadas para el producto; como tronco y ramas se toman los términos clave de las cinco áreas temáticas de análisis y como hojas se consideran las categorías de Clasificación Internacional de Patentes (CIP) de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2019)³. En la tabla 26 se presentan las ecuaciones estructurales utilizadas, las cuales tuvieron como parámetros de acotación: el horizonte de tiempo 2008-2018, patentes ya concedidas, búsqueda de los términos clave de raíz, tronco y ramas en título, resumen y *claims*⁴ del registro. Se analizan los principales referentes, entendidos como las organizaciones (compañías y universidades) que desarrollan la patente.

³ “La Clasificación Internacional de Patentes (CIP), establecida por el Arreglo de Estrasburgo de 1971, constituye un sistema jerárquico de símbolos que no dependen de idioma alguno para la clasificación de las patentes y los modelos de utilidad con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen. Una nueva versión de la CIP entra en vigor el 1 de enero de cada año” (OMPI, 2019).

⁴ Define para la patente su objetivo y alcance en términos técnicos (propósito).

Tabla 26. Ecuaciones estructurales de patentometría en piña

Nº	Raíz	Tronco y ramas	Hojas	Registros encontrados
1	(Pineapple or "ananas comosus")	("breeding" or "crossing" or "hybrid*" or "gene improvement" or "inbreeding" or "marker-assisted selection" or "clon*" or "gene*" or "cultivar" or "variet*" or "genetic resources" or "genetic lines" or "germplasm" or "genetic markers" or "SSR markers" or "cross breeding" or "seed" or "molecular marker" or "nursery plant")	A01H5/00 Angiospermas, plantas que florecen, caracterizadas por sus partes. 10% de las patentes. A01N43/40 Biocidas, pesticidas, reguladores de crecimiento con compuestos heterocíclicos. 12% de las patentes C12N15/82 Mutaciones, ingeniería genética, ADN/ARN para células de plantas. 12% de las patentes. C07H21/04 Compuestos polifosfatados. 5% de las patentes. A01P13/00 Herbicidas. 4% de las patentes.	426 patentes concedidas: 170 en Estados Unidos, 75 en China, 23 en Alemania y 8 en Rusia.

(Continúa)

(Continuación tabla 26)

Nº	Raíz	Tronco y ramas	Hojas	Registros encontrados
2	(Pineapple OR "ananas comosus")	("pest manage*" OR "weed control" OR "virus control" OR "disease" OR "phytosanitary risk" OR "plague" OR "bacteria" OR "Fungi" OR "mealybug" OR "integrated pest management" OR "pesticides" OR "biopesticides" OR "crop damage" OR "plant damage" OR "black heart" OR "black root" OR "fusarium" OR "viroid*" OR "pathogen*" OR "insect*" OR "fung*" OR "phytoplasma" OR "parasit*" OR "nematod")	C12N15/82 Mutaciones, ingeniería genética, ADN/ARN para células de plantas. 10% de las patentes. A01H5/00 Angiospermas, plantas que florecen, caracterizadas por sus partes. 7% de las patentes. A01N43/40 Biocidas, pesticidas, reguladores de crecimiento con compuestos heterocíclicos. 11% de las patentes. A23L2/02 Alimentos, preparaciones alimenticias, su preparación y tratamiento, modificación de su calidad nutricional, preservación y conservación. 7% de las patentes.	234 patentes concedidas: 90 en Estados Unidos, 46 en China, 16 en Alemania y 6 en Japón.

(Continúa)

(Continuación tabla 26)

Nº	Raíz	Tronco y ramas	Hojas	Registros encontrados
3	(Pineapple OR "ananas comosus")	("postharvest*" OR "agricultural machinery" OR "agricultural equipment" OR "food processing equipment" OR "storage" OR "supply chain" OR "cold storage" OR "packing" OR "fresh" OR "harvest*" OR "agricultural facilities" OR "agricultural structures" OR "process*" OR "fruit harvest*" OR "food process*" OR "products" OR "food preservation" OR "cold treatment" OR "cold storage" OR "conservation" OR "juice" OR "transport" OR "modified atmosphere packing" OR "control atmosphere storage" OR "pulp" OR "jam" OR "add* value" OR "value add*" OR "byproducts")	A23L2/02 Bebidas no alcohólicas con contenido de fruta, concentrados de fruta y extracción y secado de jugo. 13 % de las patentes. A23L33/00 Modificación de la calidad nutricional de los alimentos, modificación de contenidos nutricionales. 12% de las patentes. A23L19/00 Productos de frutas y vegetales. 8% de las patentes. A23L1/30 Aditivos para alimentos, alimentos con aditivos. 8% de las patentes. A23N7/00 Pelado de frutas 4% de las patentes	878 patentes concedidas: 188 en China, 157 en Estados Unidos, 41 en Rusia, 28 en Filipinas y 22 en Alemania.

(Continúa)

(Continuación tabla 26)

Nº	Raíz	Tronco y ramas	Hojas	Registros encontrados
4	(Pineapple OR "ananas comosus")	("plant physiology" OR "plant nutrition" OR "maturation" OR "plant growth" OR "postharvest physiology" OR "translocation" OR "nutri*" OR "nutrient solutions" OR "vegetative growth" OR "root growth" OR "seedling growth" OR "plant growth control" OR "plant biochemistry" OR "plant ecology" OR "vegetal ecology" OR "plant taxonomy" OR "cell physiology" OR "microbial physiology" OR "nutrition physiology" OR "nutrient resorption" OR "ecophysiology" OR "nutrient assimilation" OR "physiolog*" OR "nutrient absorption")	A01H5/00 Angiospermas, plantas que florecen, caracterizadas por sus partes. 5% de las patentes.	258 patentes concedidas: 60 en China, 48 en Estados Unidos y 15 en Corea del Sur.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Patent Inspiration (2018)

A continuación se presenta las cuatro áreas temáticas señaladas con los principales referentes en desarrollo de patentes (tabla 27).

Tabla 27. Referentes en investigación aplicada

Área	Análisis patentométrico de referentes			
Material de siembra y mejoramiento genético	Bayer CropScience AG [5 patentes]	Principales inventores: Gosselle, Veronique y De Block, Marc. Principales campos: plantas resistentes al estrés.	Universidad de Florida [3 patentes]	Principales inventores: Hannah, L. Curtis. Principales campos: resistencia a factores abióticos.
	Dow Agrosciences LCC [65 patentes]	Principales inventores: Mann, Richard K., Yerkes, Carla y Satchivi, Norber T. Principales campos: biocidas, pesticidas y controladores de crecimiento.	Universidad de Nebraska [3 patentes]	Principales inventores: Hannah, L. Curtis. Principales campos: resistencia a factores abióticos.
	Cornell Res Foundation [9 patentes]	Principales inventores: Harman, Gary, Gan, Sucheng y Janh, Margaret. Principales campos: resistencia y longevidad, inducción de resistencia a plagas.	Universidad de Auburn [3 patentes]	Principales inventores: Hannah, L. Curtis. Principales campos: resistencia a factores abióticos.
	Monsanto Technology LCC [10 patentes]	Principales inventores: Zhang, Bei, Roberts, James K. y Lu, Maolong. Principales campos: plantas transgénicas, factores de crecimiento de la planta, promotores de inducción de estrés.	Patentes por nacionalidad del inventor: 128 patentes de China; 199 patentes de Estados Unidos; 9 patentes de Reino Unido; 15 de Alemania; 10 de Japón.	

(Continúa)

Área	Análisis patentométrico de referentes			
Manejo sanitario y fitosanitario	Dow Agrosciences LCC [22 patentes]	Principales inventores: Mann, Richard K., Carla, Yerkes y Satchivi, Norbert. Principales campos: formulaciones de compuestos herbicidas, métodos para el control de plagas.	Universidad Guangdong Ocean [4 patentes]	
	Monsanto Technology LCC [7 patentes]	Principales inventores: Kovalic, David, La Rosa, Thomas y Wu, Wei. Principales campos: composiciones y métodos para el control de infestaciones de insectos; inducción de promotores para la reducción de estrés biótico; proteínas fungicidas.	Universidad de Auburn [3 patentes]	
	BASF Plant Science GMBH [6 patentes]	Principales inventores: Wiig, Aaron, Huang, Xiang y Chaudhuri, Sumita. Principales campos: nematodos, genética de metabolitos, uso de metabolitos.	Universidad Guangxi [3 patentes]	
	Palli Subba Reddy [5 patentes]	Principales campos: marcadores moleculares, expresión genética para resistencia específica.	Patentes por nacionalidad del inventor: 84 patentes de China; 112 patentes de Estados Unidos; 9 patentes de Francia; 8 de Alemania; 10 de Japón.	

(Continúa)

Área	Análisis patentométrico de referentes			
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	Dow Agrosciences LCC [28 patentes]	Principales inventores: Yerkes, Carla, Mann, Richard K. y Satchivi, Robert. Principales campos: herbicidas.	Universidad Guangdong Ocean [6 patentes]	
	Oleg Ivanovich Kvasenkov	Principales campos: métodos para la producción de conservas alimenticias; métodos de manufactura de enlatados.	Hainan University [5 patentes]	
	Avetik Markosyan	Principales campos: edulcorantes naturales; bebidas carbonatadas y no carbonatadas con bajo contenido de azúcares; procesos de desarrollo y uso de edulcorantes.	Universidad Donghua [5 patentes]	
	Purecircle SDN	Principales campos: edulcorantes naturales; bebidas carbonatadas y no carbonatadas con bajo contenido de azúcares; procesos de desarrollo y uso de edulcorantes.	Patentes por nacionalidad del inventor: 341 patentes de China; 234 patentes de Estados Unidos; 41 patentes de Rusia; 19 de Alemania; 18 de Holanda.	

(Continúa)

Área	Análisis patentométrico de referentes		
Fisiología vegetal y nutrición	Universidad Guangdong [5 patentes]	Principales campos: métodos de producción de vinagre, proteína fermentada, galletas; procesos de extracción y conservación.	Patentes por nacionalidad del inventor: China: 116 patentes; Estados Unidos: 93 patentes; Corea del Sur: 16 patentes; Rusia: 5 patentes.
	South Subtropical Crops Res Inst Catas [5 patentes]	Principales campos: métodos de corte de hojas; cuchillos de remoción de hojas y brotes; líquidos de fertilización; métodos de hibridación de semillas.	
	Nestec SA [5 patentes]	Principales campos: procesos de polisacáridos.	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Patent Inspiration (2018)

Al realizar una consulta genérica con las palabras clave “pineapple” y “*Ananas comosus*”, se registran bajo los mismos parámetros de acotación descritos 922 patentes entre 2008 y 2018. Para el año 2014 se registra el dato histórico más alto: 178 patentes concedidas.

Las principales organizaciones aplicantes que cuentan con patentes concedidas (figura 53) se presentan categorizadas por el tipo de organización en (a) académicas, (b) empresas y (c) inventores, a través de la representación *cloud words*, la cual indica la importancia de la organización en el liderazgo de patentes por el tamaño del texto.

a. Organizaciones académicas

AGRICULTURAL PRODUCT PROCESSING RES INST CHINESE ACADEMY TROPICAL

ANHUI INDUSTRY & TRADE VOCATIONAL TECHNICAL COLLEGE • CEBU TECHNOLOGICAL UNIV MAIN CAMPUS • HAINAN NORMAL UNIV

JIANGSU POLYTECHNIC COLLEGE AGRICULTURE & FORESTRY • NORTHERN NEGROS STATE COLLEGE SCIENCE & TECH • UNIV CEBU TECHNOLOGICAL

UNIV CHINA AGRICULTURAL • UNIV CHINA GEOSCIENCES WUHAN • UNIV CHINA THREE GORGES CTGU • UNIV CHONGQING JIAOTONG • UNIV DONGHUA

UNIV FOSHAN • UNIV FUJIAN AGRICULTURE & FORESTRY • UNIV FUZHOU

UNIV GUANGDONG OCEAN • UNIV GUANGDONG TECHNOLOGY

UNIV GUANGXI • UNIV GUANGXI SCI & TECHNOLOGY • UNIV GUANGZHOU •

UNIV HAINAN • UNIV HAWAII • UNIV HENAN SCIENCE & TECH • UNIV HEZHOU • UNIV HUAQIAO • UNIV JIANGSU •

UNIV KUNMING SCIENCE & TECH • UNIV LIAOCHENG • UNIV LIAONING SHIHUA • UNIV LONGYAN • UNIV NANCHANG •

UNIV NANKING AGRICULTURAL • UNIV NANYANG NORMAL • UNIV QUEENSLAND • UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH •

b. Empresas

AGRO MACHINERY RES INST CATAS • ANHUI JIASHILE FOOD PROC CO LTD • ANHUI YANZHIFANG FOOD CO LTD •

ATLAS PACIFIK ENG CO • BAYER CROPS SCIENCE AG • BEIJIAI KANGWEI ECOLOGICAL AGRICULTURE TECH CO LTD •

BENGBU KUNFENG FOOD & BEVERAGE CO LTD • CALIFORNIA PACKING CORP • CASTLE & COOKE • CHANGE YINGDA BAST FIBER FACTORY •

COMMY SCIENT IND RES ORG • CORTECS LTD • DEL MONTE CORP • DEL MONTE FRESH PRODUCE COMPAN • DEL MONTE FRESH PRODUCE COMPANY •

DOLE FOOD COMPANY INC • DONGGUAN HAOQI ENTERPRISE MAN SERVICE CO LTD •

DOW AGROSCIENCES LLC • DU PONT • FIRMENICH & CIE • FMC CORP • GEN FOODS CORP •

GUANGXI WUFENG MACHINERY CO LTD • HAWAIIAN PINEAPPLE CO LTD • HEFEI KANGLING HEALTH PRESERVING SCIENCE & TECHNOLOGY CO LTD •

HERCULES INC • HORTICULTURAL RES INSTITUTE GUANGXI ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES • HUBEI CHINA TOBACCO IND CO LTD •

INT FLAVORS & FRAGRANCES INC • KIKKOMAN CORP • MAANSHAN JUNJUN FOOD TECHNOLOGY CO LTD • MAUI PINEAPPLE COMPANY LTD •

PHILIPPINE TEXTILE RES INST PTIR • PITTERS PTY • QINGDAO HAIZHUYUAN INTELLIGENT TECHNOLOGY CO LTD • QINGDAO QIHAO NUTRITION TECHNOLOGY CO LTD •

c. Inventores

CARRANZA GARZON NELSON M • CHAO JIANPING • CHEN HAI SHENG • CHEN KELIANG

CHEN KEXIA • DENG GANRAN • FANG HUA • FIROOZABADY EBRAHIM • GOLZ-BERNIER KARIN

GUAN TAIPING • HE JIUNYAN • HUANG TAO • JADAS LESLIE • JIANG KUO • KIM SEO HEE

KUSHIDA CHIAKI • KVASENKOV OLEG IVANOVICH • LI CHURXIA • LI JIHUA • LI SHENWEN

LIAN WENWEI • LIU CHANG-HONG • LIU SHENGHUI • LIU YE QIANG • LOVELAND M

MANN RICHARD K • ODRERO FAUSTINO P • OU ZHONGQING

SATCHIVI NORBERT M • SCHMITZER PAUL R

SUN YOUNG SUK • SONG HE • SUN GUANGMING • UYAMA SHIZUO

WANG JING • WANG XIAOMEI • WEI QIAOYUN • WEIMER MONTE R • XU JIAN

YERKES CARLA N • YUAN GUOFANG • ZASTROW LEONHARD

ZHANG JING • ZHANG JUN • ZHANG MENG • ZHANG YONGJIE • ZHANG YUAN • ZHAO JING

ZHAO LIANG • ZHUANG ZHIKAI

Figura 53. Organizaciones líderes en patentes concedidas para la piña como objeto de interés:

a. Organizaciones académicas; b. Empresas; c. Inventores.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Patent Inspiration (2018)

La organización líder en la categoría académica es la Universidad de Hainan en China, con 6 patentes en las temáticas de manejo cosecha y poscosecha, que ha desarrollado específicamente máquinas y herramientas para la recolección y el tratamiento primario de la piña, así como para la preparación

de productos de valor agregado, como frutos secos y vino. En la categoría de empresas está Dow Agrosciences LLC, con 71 patentes en herbicidas y mecanismos de control de plagas. En cuanto a inventores, se destaca el trabajo de Zhang Jing en el desarrollo de tecnologías para el cultivo de piña, con énfasis en manejo del cultivo, remoción de partes de material vegetal y tecnologías para el manejo de la fibra de las hojas y su posterior tratamiento.

En la figura 54 se presentan la distribución de los países en que se desarrolla la aplicación de las patentes y los países de los inventores (nacionalidad).

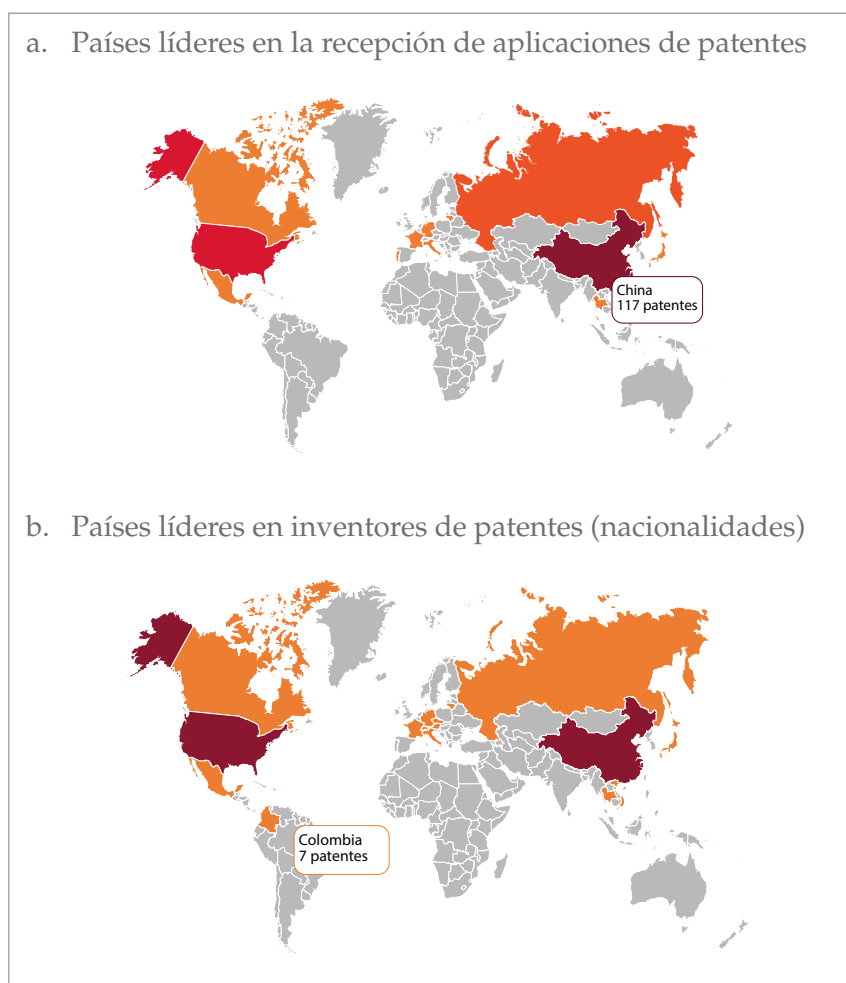


Figura 54. Principales países de aplicación de patentes de piña y países líderes por nacionalidad de inventores: a. Países líderes en la recepción de aplicaciones de patentes; b. Países líderes en inventores de patentes (nacionalidades).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Patent Inspiration (2018)

China y Estados Unidos son líderes en ambas categorías, tanto en aplicaciones de patentes como en inventores relacionados por nacionalidad. Se destaca que siete patentes cuentan con inventores de nacionalidad colombiana, pero en el país no se ha concedido ninguna patente en piña.

Referentes nacionales en investigación básica y aplicada del cultivo de piña

Referentes nacionales en investigación básica

Durante el periodo 2017-2010 se publicaron en Scopus 25 artículos asociados a la piña con diferentes temáticas. La Universidad Nacional de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) son las instituciones que más contribuyeron a estas publicaciones. Por otra parte, las revistas que reportaron mayor número de artículos referidos a la piña fueron, en su orden, *Acta Agronómica*, *Información Tecnológica* y *Bragantia*.

A continuación, se presentan las publicaciones colombianas relacionadas con las principales áreas temáticas de investigación en piña y su comparación con otras frutas tropicales.

Manejo sanitario y fitosanitario

En Colombia, durante el periodo 2010-2017, se publicaron dos documentos relacionados con la temática de manejo sanitario y fitosanitario de la piña, uno en 2012 y otro en 2013.

En 2013, J. C. Rodríguez-Rodríguez, I. J. P. Samudio-Echeverry y L. G. Sequeda-Castañeda, de la Universidad Javeriana, publicaron el artículo “Evaluación de la actividad antibacteriana de cuatro extractos etanólicos de briofitas y diez zumos de frutas de interés comercial en Colombia contra cuatro bacterias patógenas”, en el cual se evalúa el zumo de piña.

Por su parte, N. C. Mesa y M. O. Valencia, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, publicaron en 2013 el artículo “Diagnóstico taxonómico de la familia Tenuipalpidae (Acari: Tetranychoidae) en el Valle del Cauca (Colombia)”, en el cual se evaluó la presencia de estos ácaros en la piña producida en este departamento.

La producción de artículos científicos relacionados con la piña en esta temática es realmente baja si la comparamos con otras frutas tropicales, ya que es de las que menos producción presenta (tabla 28).

Tabla 28. Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo sanitario y fitosanitario de la piña y otras frutas tropicales

Producto	Número de artículos	Instituciones referentes
Piña	2	Universidad Nacional de Colombia [1] Universidad Javeriana [1]
Mango	6	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [2] Universidad de los Andes [1]
Papaya	3	Universidad del Norte [1] Universidad Nacional de Colombia [1]
Aguacate	10	Universidad Nacional de Colombia [5] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [3]

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Material de siembra y mejoramiento genético

No se encontraron artículos de investigación relacionados con esta temática cuyo país de afiliación fuese Colombia.

Manejo cosecha, poscosecha y transformación

Respecto al manejo cosecha, poscosecha y transformación de la piña, durante el periodo 2010-2017 se publicaron en Colombia los siguientes cuatro artículos:

- “Idoneidad de la piña, la Aloe vera, la melaza, el glicerol y el papel de oficina como sustratos en el proceso MixAlco™”, publicado por la Universidad de los Andes en asocio con Texas A&M University.

- “Efecto de la homogeneización en la estabilidad de la pulpa de piña”, publicado por la Universidad Nacional de Colombia en asocio con la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) y la Universidade de São Paulo.
- “Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos fisicoquímicos y sensoriales de piña mínimamente procesada”, publicado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- “Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas, compositivas y funcionales de ocho harinas obtenidas de diferentes materiales vegetales encontrados en Colombia”, publicado por la Universidad de Antioquia.

La producción de artículos científicos relacionados con la piña en esta temática es realmente baja; si la comparamos con otras frutas tropicales, es de las que menos producción presenta, tal como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales

Producto	Número de artículos	Instituciones referentes
Piña	4	Universidad Nacional de Colombia [2] Universidad de los Andes [1] Universidad de Antioquia [1]
Mango	28	Universidad Nacional de Colombia [12] Universidad del Tolima [5] Universidad de Córdoba [4]
Papaya	6	Universidad Nacional de Colombia [2] Universidad del Norte [1]
Aguacate	9	Universidad Nacional de Colombia [5] Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia [2]

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial

Frente a la temática de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial de la piña se publicaron, durante el periodo 2010-2017, tres artículos cuyo país de afiliación fue Colombia. Estos artículos son:

- “Análisis del mercado de piña Gold y Perolera en dos principales centrales mayoristas de Colombia”, publicado en 2016 por A. M. Neira-García, A. M. Martínez-Reina y J. O. y Orduz-Rodríguez.
- “Uso de recursos y emisiones de GEI de ocho especies de frutas tropicales cultivadas en Colombia”, publicado en 2013 por S. Graefe, J. a. Tapasco y A. a González.
- “Medición de la eficiencia técnica de los pequeños productores de piña en Santander, Colombia: un enfoque de frontera estocástica”, publicado en 2013 por J. C. Trujillo y W. J. Iglesias.

La producción de artículos científicos relacionados con la piña en esta temática, aunque es baja, si la comparamos con otras frutas tropicales está en el mismo nivel, tal como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales

Producto	Número de artículos	Instituciones referentes
Piña	3	Universidad Nacional de Colombia [1] Universidad de los Andes [1] CIAT [1]
Mango	3	Icesi [1] Universidad Javeriana [1] CIAT [1]
Papaya	1	Universidad del Quindío [1]
Aguacate	2	Universidad Nacional de Colombia [] CIAT [1]

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Calidad e inocuidad de insumos y productos

Respecto al manejo cosecha, poscosecha y transformación de la piña, durante el periodo 2010-2017 se publicaron en Colombia los siguientes cuatro artículos:

- “Efecto de la homogeneización en la estabilidad de la pulpa de piña”, publicado por la Universidad Nacional de Colombia en asocio con la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) y la Universidade de São Paulo.

- “Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos fisicoquímicos y sensoriales de piña mínimamente procesada”, publicado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- “Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas, compositivas y funcionales de ocho harinas obtenidas de diferentes materiales vegetales encontrados en Colombia”, publicado por la Universidad de Antioquia.

La producción de artículos científicos relacionados con la piña, en esta temática, es baja si la comparamos con otras frutas tropicales, tal como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Publicación de artículos relacionados con la temática de manejo cosecha, poscosecha y transformación para piña y otras frutas tropicales

Producto	Número de artículos	Instituciones referentes
Piña	3	Universidad Nacional de Colombia [2] Universidad de Antioquia [1]
Mango	16	Universidad Nacional de Colombia [8] Universidad del Valle [3] Universidad de Córdoba [3]
Papaya	1	Universidad de Córdoba [1] Corporación Universitaria del Caribe (Cecar) [1]
Aguacate	6	Universidad Nacional de Colombia [3] AGROSAVIA [1] Universidad Cooperativa de Colombia [1] Corporación Universitaria Lasallista [1] Fundación Universitaria Agraria de Colombia [1]

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Scopus (2019)

Referentes nacionales en investigación aplicada

Patentes: actualmente en Colombia se han presentado dos solicitudes de patentes, las cuales fueron negadas. La primera hace referencia al proceso de desarrollo de una variedad de piña denominada “Rose”, solicitada por la empresa Del Monte Fresh Produce. La segunda, a un producto instantáneo tipo mezcla en polvo de coco y piña, solicitada por Fernando Hinestrosa.

Marcas y otros signos distintivos de la piña en Colombia

Marcas: en el sistema de patentes y marcas de la Superintendencia de Industria, Comercio y Turismo se registran 22 solicitudes de marca: 13 de ellas registradas, 3 negadas, 2 caducadas y las 4 restantes canceladas, desistidas o bajo examen. Las doce registradas se relacionan con comercializadoras de productos transformados de piña como conservas (mermeladas, jaleas, etc.), productos en fresco y bebidas (alcohólicas, zumos, jugos, carbonatadas).

Comportamiento global de la investigación en piña frente a otras frutas tropicales de importancia económica

A continuación se presentan, para el contexto global y nacional de investigación en frutas tropicales de importancia comercial, el comportamiento de las publicaciones científicas y los investigadores, organizaciones y países referentes. Los productos aguacate, papaya y mango se consideran como competidores directos de la piña.

La dinámica de publicaciones para el periodo en estudio 2008-2017 presenta un comportamiento creciente en las cuatro frutas tropicales. Sin embargo, se destaca el mango como el frutal más estudiado; las investigaciones en papaya presentan una caída en 2010 y pasan de 334 artículos en ese año a 196 en 2017 (figura 55).

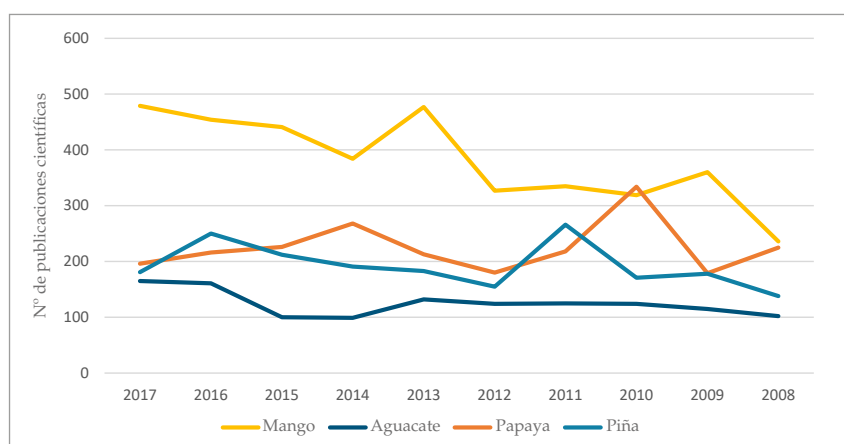


Figura 55. Dinámica de publicaciones científicas sobre frutas tropicales de importancia económica. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (2019)

La participación de las publicaciones de frutales en el área de conocimiento de agricultura y ciencias biológicas se presenta en la figura 56. Las publicaciones sobre el mango corresponden al 45% de las frutas tropicales de importancia económica, seguidas por las publicaciones sobre papaya, con el 22%, piña, con el 18%, y aguacate, con el 15%.

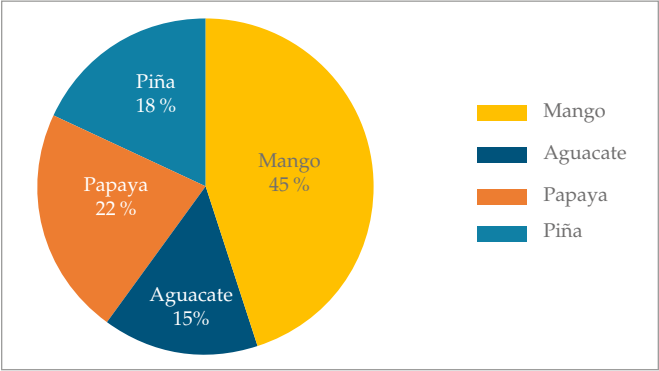


Figura 56. Participación de frutales tropicales de importancia económica en el total de artículos y publicaciones científicas en el área de conocimiento de agricultura y ciencias biológicas en el mundo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (2019)

Las publicaciones colombianas con visibilidad internacional referentes a frutales tropicales de importancia económica se distribuyen así: 67 sobre mango, 33 sobre aguacate, 21 sobre papaya y 31 sobre piña (figura 57).

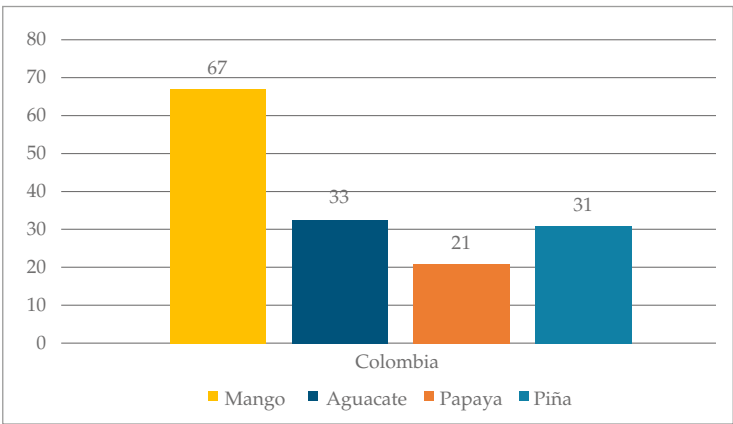


Figura 57. Publicaciones internacionales de Colombia sobre frutales de importancia económica en el área de agricultura y ciencias biológicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (2019)

Finalmente, en la tabla 32 se presentan los principales referentes en investigación para piña, mango, papaya y aguacate.

Tabla 32. Referentes internacionales en investigación para frutales tropicales de importancia económica

Frutal	Investigadores líderes	Organizaciones líderes	Países líderes
Mango	Malik, A. U.	Cirad	India
	Srivastav, M.	University of Agriculture, Faisalabad	Brasil
	Bally, I. S. E.	Indian Agricultural Research Institute	Estados Unidos
	Normand, F.	Universidade Federal de Vicosa	México
	Hofman, P. J.	Queensland Department of Agriculture and Fisheries	China
Aguacate	Hoddle, M. S.	University of Florida	Estados Unidos
	Ploetz, R. C.	University of California, Riverside	México
	Kendra, P. E.	USDA ARS Agricultural Research Service, Washington D. C.	España
	Bertling, I.	Agricultural Research Organization of Israel	Brasil
	Carrillo, D.	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Chile
Papaya	Pereira, M. G.	Universidade Estadual do Norte Fluminense	Brasil
	Ming, R.	USDA Agricultural Research Service, Washington D. C.	India
	Campostrini, E.	Universidade Federal de Vicosa	Estados Unidos
	Kanlayanarat, S.	Universiti Putra Malaysia	China
	Vivas, M.	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Malasia
Piña	Souza, F. V. D.	Universiti Putra Malaysia	Brasil
	Giroux, M. J.	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Estados Unidos
	Sun, G. M.	Universidade de São Paulo (USP)	China
	Maia, V. M.	Universidade Estadual do Norte Fluminense	Malasia
	Soler, A.	Malaysian Agricultural Research and Development Institute	India

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (2019)

Capacidades nacionales en investigación sobre piña

La investigación nacional sobre la piña, enfocada específicamente en el sector agropecuario colombiano, se analiza en función de los proyectos de investigación, los grupos de investigación, las demandas en ciencia, tecnología e innovación y las entidades de asistencia técnica.

Demandas de investigación vs. proyectos de investigación

Las demandas de investigación son producto del trabajo y el análisis conjunto por parte de los actores de la cadena productiva para la priorización de sus necesidades frente a las brechas percibidas desde lo tecnológico, lo ambiental, lo social y lo económico. La piña hace parte de la cadena productiva de frutales que construyó la Agenda de I+D+i⁵, en la cual se consignan las demandas de los productos más representativos.

El proceso de revisión de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i para la cadena de la piña fue efectuado en coordinación entre los entes gubernamentales del orden territorial, en cabeza de las secretarías de agricultura departamentales y AGROSAVIA. La cadena de la piña fue priorizada en los departamentos de Casanare, Putumayo y Valle de Cauca desde los entes gubernamentales del orden territorial, en cabeza de las secretarías de agricultura departamentales.

Con base en los resultados obtenidos en la revisión de la Agenda I+D+i de la cadena, se presenta el mapa de los actores que participaron en el proceso, la agrupación de las demandas por departamentos y áreas temáticas, la concentración de la investigación respecto a las demandas revisadas y su priorización en orden de importancia.

Un total de 76 entidades participaron en los ejercicios de revisión de Agenda para la cadena de piña de acuerdo con los departamentos priorizados, donde el mayor número de actores estuvo concentrado en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (7), la Asociación Hortofrutícola de Colombia

⁵ La Agenda Dinámica Nacional de I+D+i, considerada como un instrumento de planificación y gestión del conocimiento que posibilita la concertación y articulación de actores para la identificación de demandas, capacidades y prioridades en materia de I+D+i de las cadenas productivas, a nivel nacional y regional, provee información útil para la orientación de las estrategias del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario (Pectia).

(Asohofrucol) (5), Caicedo y Muñoz S. A. S. (5), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) (4), la Gobernación de Putumayo (4) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (4) (figura 58).

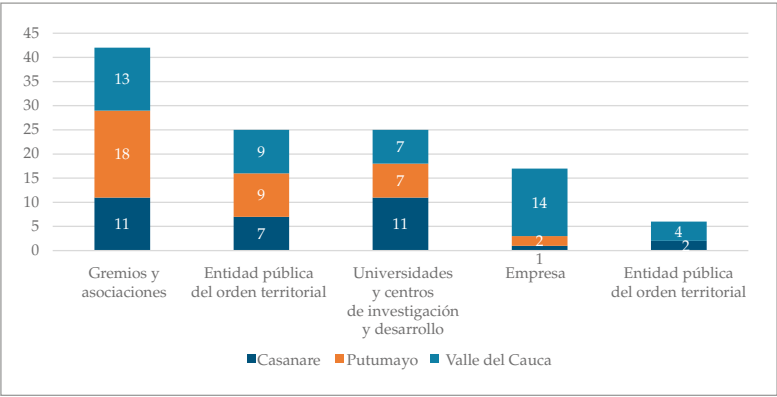


Figura 58. Participación de organizaciones del SNIA en la revisión de Agenda de I+D+i, cadena de la piña.
 Fuente: Elaboración propia a partir de información en la Plataforma Tecnológica de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario colombiano (Siembra, 2018)

En la figura 59 se observa la participación de actores en los departamentos de Casanare, Putumayo y Valle del Cauca por tipo de entidad, donde los gremios y las asociaciones, las universidades, los centros de investigación y las entidades públicas de orden territorial son las más representativas.

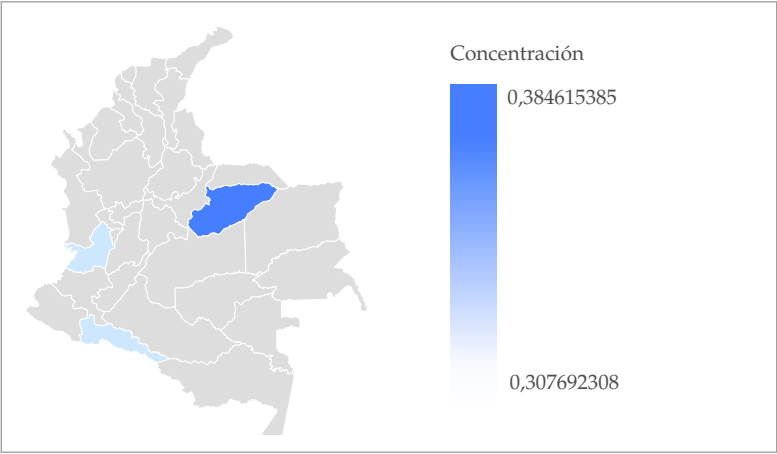


Figura 59. Demandas de la cadena de la piña por departamento.
 Fuente: Elaboración propia a partir de información de Siembra (2018)

Para la cadena de piña se cuenta con 52 demandas, la cuales se encuentran principalmente en la región Orinoquía, con un 38% en el departamento de Casanare, seguido por la región Pacífica, con un 31% en Valle del Cauca, y la región Amazonía, con un 31% en el departamento de Putumayo.

De igual forma, en la figura 60 se muestra que, con respecto a las demandas de investigación identificadas dentro del proceso de revisión de Agenda de I+D+i, estas se concentran principalmente en las áreas temáticas de: fisiología vegetal y nutrición con un 13% (7), material de siembra y mejoramiento genético con un 12% (6), manejo del sistema productivo con un 12% (6), manejo de suelos y aguas con un 12% (6) y manejo de cosecha, poscosecha y transformación con un 12% (6).

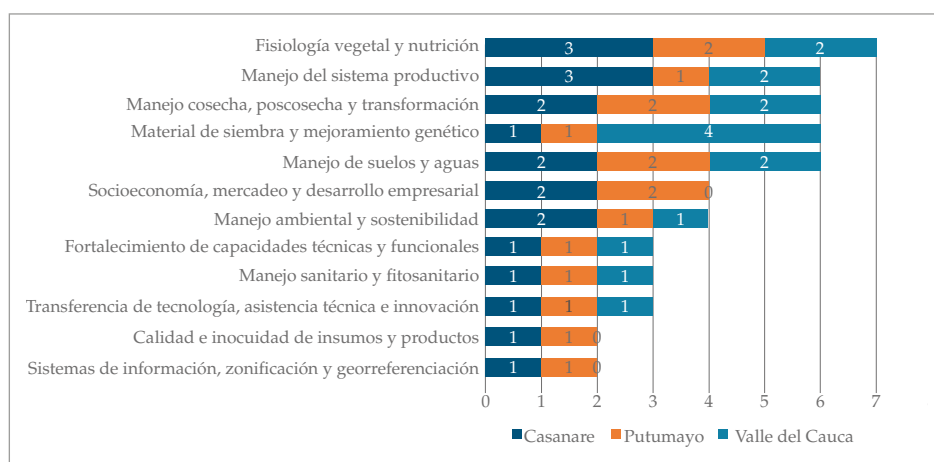


Figura 60. Relación de demandas por área temática y departamentos priorizados.
Fuente: Elaboración propia a partir de información de Siembra (2018)

Tomando como parámetro las áreas temáticas de investigación, y al comparar las demandas de la cadena con los proyectos de I+D+i asociados a los departamentos que revisaron la Agenda, se aprecia la necesidad de fortalecer los procesos de investigación principalmente en fisiología vegetal y nutrición, ya que esta es el área que concentra mayor cantidad de demandas.

De igual manera, los temas de material de siembra y mejoramiento genético; manejo de suelos y aguas; manejo sanitario y fitosanitario; y transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación cuentan con poca investigación. En las áreas de manejo cosecha, poscosecha y transformación; calidad e inocuidad

de insumos y productos; manejo ambiental y sostenibilidad; fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales; y sistemas de información, zonificación y georreferenciación, dado que la brecha es alta por no contar con investigaciones hasta el momento, persiste la necesidad de focalizar esfuerzos hacia la solución de las demandas que fueron identificadas. Por otra parte, se evidencia que la investigación se ha concentrado principalmente en el área de manejo del sistema productivo y en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial (figura 61).

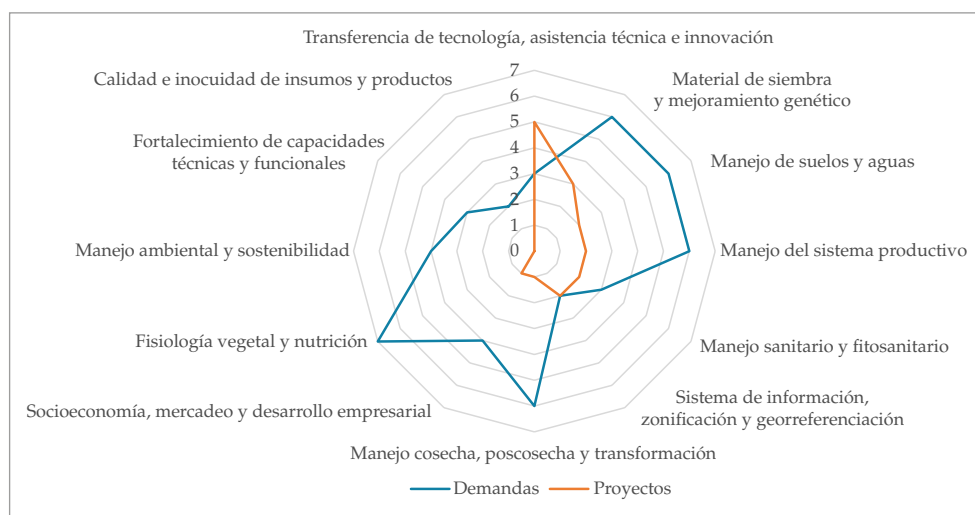


Figura 61. Concentración de demandas y oferta (proyectos) de la cadena por área temática. Fuente: Elaboración propia a partir de información de Siembra (2018)

Grupos de investigación

De los grupos de investigación⁶ afines al producto *piña* registrados en la Plataforma Tecnológica de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario colombiano (Siembra), 43 registran experiencia relacionada. 28 de estos se encuentran en la región Andina (15 en Bogotá D. C.), 6 en la región Caribe (2 en Bolívar) y 6 en la región del Pacífico (4 en el Valle del Cauca).

⁶ Se define como *grupo de investigación* científica o tecnológica al conjunto de personas que se reúnen para realizar *investigación* en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés y trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producir unos resultados de conocimiento (Colciencias, 2019).

En términos de organizaciones que respaldan estos grupos de investigación (afiliación institucional), la Universidad Nacional de Colombia representa a seis, AGROSAVIA respalda a tres, la Universidad de Cartagena a dos y la Universidad del Quindío a dos.

Con respecto a las áreas temáticas de experiencia, 18 grupos tienen afinidad con “manejo cosecha, poscosecha y transformación”; 7 con “material de siembra y mejoramiento genético”; 6 con “calidad e inocuidad de insumos y productos”; 9 con “manejo sanitario y fitosanitario”; 7 con “manejo de suelos y aguas”; 8 con “manejo del sistema productivo” y 17 con “socioeconomía”.

Unidades de asistencia técnica

La asistencia técnica es entendida como un proceso de aprendizaje conjunto con múltiples actores y relaciones. Para ello, enfatizan en la importancia estratégica de conectar diferentes redes de generación y circulación de información y conocimientos para promover la viabilidad, la calidad y el impacto de las innovaciones tecnológicas en el sector rural (Prins, 2005, citado en Clavijo Ponce, 2012). Así mismo, debe facilitar la generación del conocimiento de manera horizontal, con base en el rescate de los conocimientos locales, y promover la innovación de procesos productivos para el fortalecimiento del desarrollo productivo y el bienestar de los pequeños productores y de sus familias (Castaño Reyes, 2016).

En la plataforma Siembra se registran 64 unidades de asistencia técnica⁷ con experiencia en el producto *piña*: 48 están categorizadas como entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro) y 16 como unidades municipales de atención agropecuaria (Umata). Su distribución geográfica concentra 38 en la región Andina (16 en Santander y 8 en Antioquia), 14 en la región Caribe (8 en Córdoba y 4 en Sucre) y 11 en la región del Pacífico (5 en Chocó y 3 en Nariño). Por tipología de organización, 14 son empresas, 16 son entidades públicas, gremios y asociaciones, 8 son ONG y entidades de apoyo 25 y universidades y centros de investigación y desarrollo.

⁷ La línea base Asistencia Técnica presenta información consolidada a escala nacional, regional y departamental respecto al tipo de organización (centros provinciales de gestión agroempresarial [CPGA], Epsagro y Umata), cadena productiva y categoría de organización en la modalidad de asistencia técnica directa rural (ATDR) (Siembra, 2018).

De la investigación sobre piña en AGROSAVIA

En la tabla 33 se registra la experiencia en piña de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Tabla 33. Investigación sobre piña de AGROSAVIA

Proyectos [19]	Grupos de investigación [1]	Resultados de investigación [15]
6 en manejo del sistema productivo. 4 en transferencia de tecnología.	Estudios Socioeconómicos - AGROSAVIA	5 en manejo del sistema productivo. 4 en material de siembra y mejoramiento genético. 3 en manejo de suelos y aguas. 2 en manejo sanitario y fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Siembra (2018)

Algunos de los resultados más representativos son:

- Recomendaciones sobre: método y nivel de fertilización para el cultivo de piña en suelos oxisoles de la Orinoquía.
- Recomendaciones para manejo integrado de plagas en el cultivo de la piña en el piedemonte llanero.
- Evaluación y recomendación de genotipos de piña y prácticas de manejo para el cultivo en los Santanderes.
- Selección de materiales promisorios en el cultivo de la piña.

Análisis DOFA del entorno científico, tecnológico y de capacidades

En la tabla 34 se presenta el análisis DOFA del entorno científico, tecnológico y de capacidades.

Tabla 34. Análisis DOFA

Matriz DOFA: entorno científico, tecnológico y de capacidades para el cultivo de piña en Colombia	Fortalezas	Debilidades
	Estudios en calidad e inocuidad de insumos y productos, con énfasis en empaques y transformación de piña a escala piloto. Estudios de características nutricionales y organolépticas, preservación de sabores, colores y aromas. La investigación se ha concentrado principalmente en el área de manejo del sistema productivo y en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial.	Demandas de oferta tecnológica en fisiología vegetal y nutrición, material de siembra y mejoramiento genético. Manejo del sistema productivo y manejo de suelos y aguas. El manejo sanitario y fitosanitario y la transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación cuentan con poca investigación. Oferta tecnológica baja en temas de manejo ambiental y sostenibilidad.
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
Tendencias actuales de investigación enfocadas en la prevención y el control de plagas y enfermedades. Estudios para el control alternativo de plagas y enfermedades; soporte a programas de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) enfocados en características de la zona de cultivo. Potencial de investigación en referentes locales como Brasil.	Diseñar un programa de investigación y transferencia de tecnología trinacional entre Costa Rica, Colombia y Brasil, enfocado en tres líneas clave: manejo fitosanitario, manejo poscosecha y mejoramiento genético. Elaborar el mapa genético de la piña para Colombia a partir de las experiencias desarrolladas en Brasil y Costa Rica.	Establecer un programa de transferencia de tecnológica en alianza con centros de investigación como el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica y Embrapa de Brasil. Generar misiones tecnológicas que involucren productores, investigadores, transformadores de frutas y extensionistas a centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico en Francia, Brasil, Filipinas y Costa Rica.

(Continúa)

(Continuación tabla 34)

Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
Centros de investigación en Brasil enfocados en el cultivo de piña en las áreas de material de siembra y mejoramiento genético, manejo sanitario y fitosanitario, manejo cosecha y poscosecha. Actualmente se encuentran muy pocas variedades de piña en el mundo con las características requeridas de resistencia, productividad, contenido nutricional y características organolépticas. Convergencia en las investigaciones hacia el aprovechamiento de subproductos de las etapas de cosecha y poscosecha.	Establecer un ejercicio de priorización de tópicos específicos de investigación en las principales líneas definidas. Diseñar una línea de investigación transversal en economía circular que integre los desarrollos en I+D+i, orientados a la generación de valor y el aprovechamiento de recursos.	Identificar y establecer las mejores prácticas productivas con enfoque de sostenibilidad ambiental en la producción de piña. Desarrollar un programa de caracterización y análisis del potencial de aprovechamiento de subproductos.
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
Cambios en las dinámicas de plagas y enfermedades, que inciden en la velocidad de respuesta de la investigación en técnicas de mitigación al daño del fruto. Investigaciones en tecnologías para el mejoramiento genético específico en factores de productividad, resistencia y contenido nutricional, ya en curso en los principales referentes comerciales de productos de piña.	Generar un análisis del estado actual de las investigaciones en mejoramiento genético enfocado a resistencia <i>vs.</i> las dinámicas de las principales plagas y enfermedades de la piña.	Homologar las prácticas de manejo cosecha, manejo ambiental, manejo poscosecha, MIPE y de manejo y conservación de materiales de siembra llevadas a cabo por los principales países líderes en producción e investigación.

(Continúa)

(Continuación tabla 34)

Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
Cambios en las dinámicas de plagas y enfermedades, que inciden en la velocidad de respuesta de la investigación en técnicas de mitigación al daño del fruto. Investigaciones en tecnologías para el mejoramiento genético específico en factores de productividad, resistencia y contenido nutricional, ya en curso en los principales referentes comerciales de productos de piña. Estado actual de las investigaciones en material genético orientadas a cultivos ornamentales de variedades del género <i>Ananas</i>. Estado actual de las investigaciones en bromelina como producto de valor agregado en la producción de piña.	Generar un análisis del estado actual de las investigaciones en mejoramiento genético enfocado a resistencia <i>vs.</i> las dinámicas de las principales plagas y enfermedades de la piña. Establecer un balance de oferta <i>vs.</i> demanda de la I+D+i en relación con las tendencias de consumo, requerimientos de calidad, requerimientos nutricionales, requerimientos para transformación, etc. Desarrollar una evaluación de factibilidad técnica y económica para la extracción y el aprovechamiento de bromelina como alternativa productiva. Desarrollar investigaciones para el aprovechamiento y uso <i>in situ</i> de los residuos de cosecha de la piña.	Homologar las prácticas de manejo cosecha, manejo ambiental, manejo poscosecha, MIPE y de manejo y conservación de materiales de siembra llevadas a cabo por los principales países líderes en producción e investigación. Realizar un análisis diagnóstico del estado actual fitosanitario de las principales zonas productoras de piña y evaluar aquellas zonas que, si bien no han sido utilizadas para el cultivo, presentan las condiciones edafoclimáticas adecuadas para este. Promover la adopción de prácticas de manejo sostenible a través de diseños de acompañamiento integral a los productores de piña y el fortalecimiento de la extensión agropecuaria especializada.

Fuente: Elaboración propia



Capítulo V

Evaluación comparativa (*benchmarking*) para el cultivo de piña (*Ananas comosus* [L.] Merr.) en Colombia: perspectivas tecnológicas y comerciales

El objetivo de este capítulo es construir la evaluación comparativa (*benchmarking*) para el cultivo de la piña en Colombia con base en las principales tendencias tecnológicas y comerciales en el ámbito nacional y regional, identificadas en los capítulos anteriores. Se utilizó la metodología de *benchmarking* enfocada en cuatro variables clave para la cadena productiva de la piña (modelo básico propuesto): entorno productivo, entorno comercial, entorno normativo y organizacional y entorno tecnológico.

A partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de estas variables y sus subvariables específicas se identifican y valoran las brechas de Colombia frente a la mejor práctica identificada entre los países referentes de comparación (Brasil, Costa Rica, China y Filipinas).

Como resultado se genera la mejor práctica para el fortalecimiento de la cadena de piña en Colombia, una propuesta base de modelo de cadena productiva y las perspectivas tecnológicas en las principales áreas temáticas de investigación, así como las perspectivas comerciales en relación con los productos derivados de la piña y los potenciales nichos de comercialización, como directrices de futuro para la piña en Colombia.

Cadena productiva y *benchmarking*

Las herramientas metodológicas utilizadas para la construcción de las perspectivas tecnológicas y comerciales abarcan elementos conceptuales y teóricos, propios del sector agropecuario, y otros desde las ciencias de gestión.

Cadena productiva

El concepto de *cadena productiva* en el ámbito nacional está circunscrito a la Ley 811 de 2003, la cual crea, consolida y establece el marco legal de constitución y operación de las organizaciones de cadena para el sector agropecuario. Esta ley busca generar un marco de participación de los diferentes actores relacionados de manera directa o indirecta con las actividades productivas y comerciales asociadas a un cultivo o producto agropecuario específico. Se consideran actores de las cadenas productivas a empresarios, gremios, asociaciones de productores y representantes del orden nacional y territorial relacionados con los roles de proveedores de insumos, productores primarios, transformadores, comercializadores, consumidores y tomadores de decisiones o instancias de control y regulación.

En el contexto de América Latina y el Caribe, el concepto de cadenas productivas más utilizado las define como “una herramienta de análisis sistémico, a partir de la teoría general de sistemas donde los flujos de material, de capital y de información son los mecanismos de relación entre los diversos agentes de la cadena que buscan proveer y garantizar el nicho de mercado para los productos del sistema” (Castro & Lima, 2006, p. 3).

Los esquemas o modelos de cadenas productivas están conformadas por cuatro elementos característicos: (i) eslabones: componentes que representan actividades características y permiten la agrupación de actores; (ii) segmentos: categorías específicas dentro de los eslabones que especifican particularidades en las agrupaciones de actores; (iii) flujos de interrelación: relaciones de transferencia de recursos entre los eslabones; y (iv) entornos transversales: organizaciones que dan soporte a la cadena y la institucionalidad o normativa que la orienta e incide en los diferentes eslabones que la conforman (Castellanos Domínguez, Torres Piñeros & Domínguez Martínez, 2009).

Para esta investigación se consideran los eslabones de proveedores de insumos, productores, transformadores, comercializadores y cliente final para el análisis del balance tecnológico.

Análisis comparativo (*benchmarking*)

El análisis comparativo de *benchmarking* es una herramienta que permite identificar elementos clave o factores diferenciales (de éxito, de ventaja comparativa, de ventaja competitiva y de valor agregado, entre otros) que favorecen la productividad y competitividad de un entorno productivo (empresa, organización, cadena, sistema productivo, etc.).

Para realizar este análisis comparativo es necesario identificar, en el entorno internacional y regional, referentes clave en términos de productos, servicios y procesos, ya sea de competidores directos en el mismo sector o en otros sectores.

Para el caso específico del cultivo de piña en Colombia, se desarrollará un *benchmarking* de tipo funcional, es decir, se establecerán especificidades de análisis correspondientes a las necesidades identificadas para el objeto de estudio, relacionadas de manera específica con los aspectos tecnológicos y comerciales. Las etapas para la elaboración del *benchmarking* son:

- Determinación del objeto de estudio (¿a qué se le va a implementar el *benchmarking*?).
- Definición de los entornos referentes o de comparación.
- Recopilación de información clave con relación al objeto de estudio.
- Diseño de variables, subvariables y criterios de evaluación.
- Cualificación y cuantificación.
- Construcción de la mejor práctica.
- Identificación de brechas.

Modelo de la cadena productiva de la piña

La cadena productiva de la piña en Colombia no se encuentra formalizada ni estructurada bajo la reglamentación vigente del Ministerio de Agricultura, ya que el producto *piña* como tal hace parte del portafolio de frutales tropicales de la cadena de frutales. Si bien en el nivel regional se han desarrollado iniciativas para su estructuración en algunos departamentos, estas no han sido del todo exitosas al no poder permear el nivel nacional.

En general, la producción se encuentra enfocada en el mercado local (auto-consumo) y presenta algunas deficiencias en términos de competitividad ocasionadas por la poca mecanización y el bajo uso de herramientas y procesos adecuados, así como por la baja implementación de paquetes tecnológicos, que se traducen en pérdidas significativas de los productos en las fases de poscosecha. Otras dificultades en el eslabón de producción primaria que inciden aguas arriba son el manejo de plagas y enfermedades con insumos adecuados y coherentes con las normativas internacionales.

Esto se encadena con las actividades de transformación y adición de valor agregado, en las que el bajo desarrollo tecnológico incide en las dificultades para cumplir con requerimientos y requisitos de calidad e inocuidad, así como de trazabilidad a lo largo de la cadena de suministros exigidos por mercados consumidores internacionales y mercados minoristas de esos países. Algunos elementos transversales que permean tanto a proveedores, productores, transformadores y comercializadores son los siguientes:

- La reducida capacidad financiera de los pequeños agricultores para acceder al crédito (con especial afección a los cultivos de tardío rendimiento).
- La oferta y calidad de la infraestructura vial y de la logística del país.
- La dificultad para acceder a insumos básicos en todo el país.
- Condiciones inadecuadas dentro de los puertos para la exportación de piña (embalaje y almacenamiento).
- El difícil acceso y tenencia de tierra, ya que gran parte de los productores trabajan en tierras en arriendo y no propias.
- La infraestructura de riego no cubre el territorio dedicado al cultivo de piña para poder así garantizar una oferta permanente de productos.
- El poco desarrollo de investigación aplicada y adaptada a los problemas de la industria.
- Débil infraestructura de poscosecha, sobre costo y riesgo de operaciones que no añaden valor, retrasos en la gestión del producto en el puerto, etc.
- La oferta de asistencia técnica (instituciones, empresas de asistencia técnica, consultoría ambiental, etc.) resulta insuficiente y presenta un elevado costo para los agricultores de tamaño reducido.
- Los servicios de cadena de frío constituyen uno de los factores tecnológicos más débiles de la cadena productiva.

Actores clave para la estructuración de la cadena

Para el diseño de la cadena productiva es necesario identificar, para el departamento del Meta, actores clave que permitan su conformación y posterior participación en el modelo de negocio.

De acuerdo con Chaves, Díaz, Hernández e Hidalgo (2000); Castellanos, Torres y Flórez (2010) y Cifuentes, Pérez y Gil-Casares (2011), las cadenas productivas agroindustriales se conforman por cinco eslabones característicos: proveedores de insumos, productores primarios, agroindustria de transformación, comercializadores y cliente final, así como por dos ambientes transversales: el marco normativo (leyes y decretos que soportan el accionar de la cadena) y el marco institucional (actores que inciden en los demás eslabones) (Florez & Uribe, 2017).

El modelo estándar de cadenas productivas de frutales fue propuesto por Flórez-Martínez (2018). En la figura 62 se presenta el esquema de referencia para el diseño de cadenas productivas nacionales y regionales de frutales y hortalizas en Colombia. Se propone que este esquema sea la referencia para el diseño específico de la cadena productiva de la piña en Colombia.

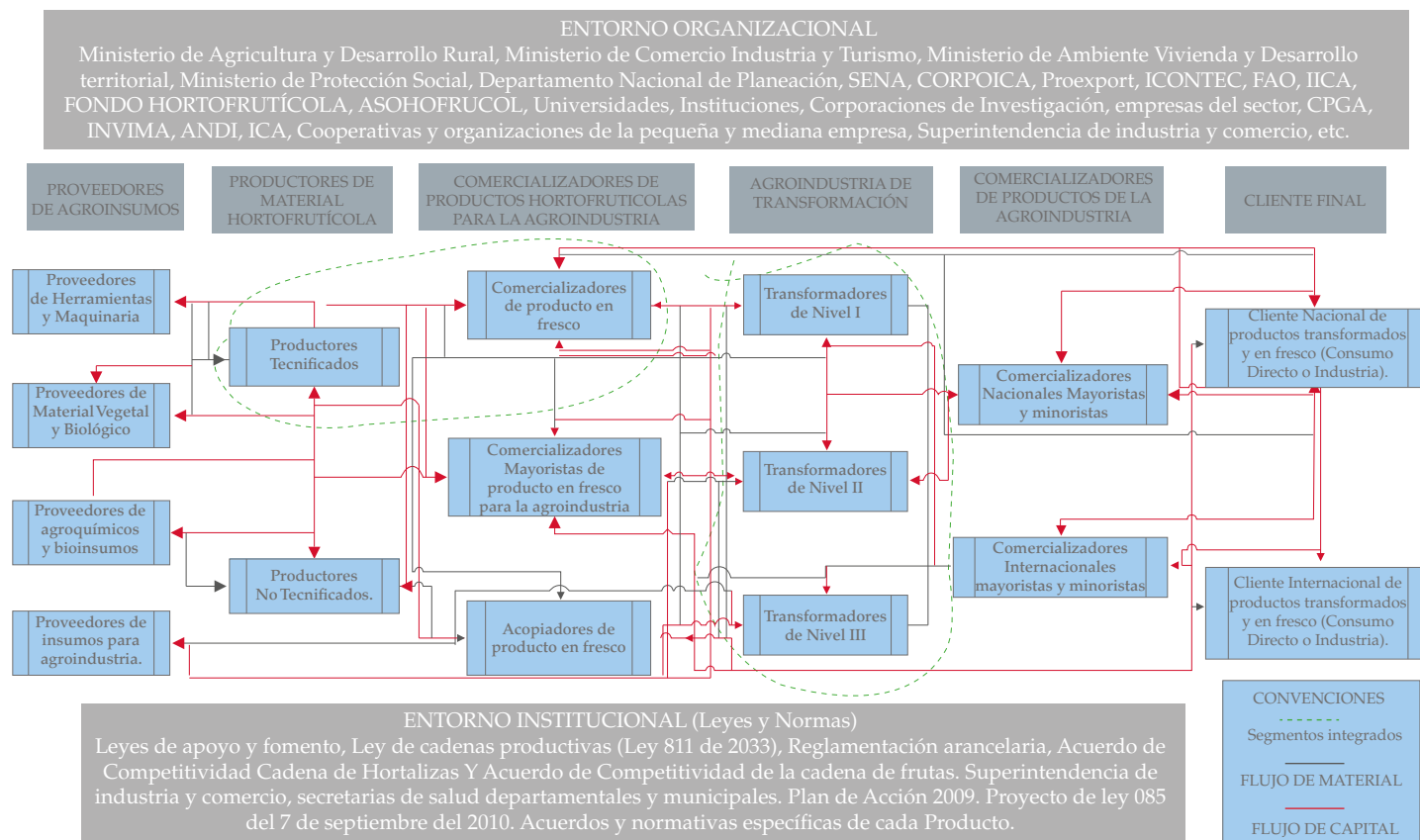


Figura 62. Modelo estándar para cadenas productivas de frutales.

Fuente: Flórez-Martínez (2018)

Benchmarking de la cadena productiva de la piña

Para el desarrollo del *benchmarking* para la piña como cultivo y cadena productivos, se toman como referentes de comparación Brasil, China, Costa Rica y Filipinas. Se compararon, para estos cuatro referentes y Colombia, cuatro variables macro o entornos y sus respectivas subvariables para identificar la mejor práctica general.

Se define la escala de valoración con respecto al conocimiento de la variable en el entorno y los óptimos identificados. En la tabla 35 se presentan las variables, subvariables y las escalas de calificación cualitativa y cuantitativa.

Tabla 35. Escala de valoración de variables y subvariables

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno productivo	Rendimiento de cultivo	Nivel 5: entre 100 t/ha y 60 t/ha	5
		Nivel 4: entre 60 t/ha y 40 t/ha	4
		Nivel 3: entre 40 t/ha y 20 t/ha	3
		Nivel 2: entre 20 t/ha y 10 t/ha	2
		Nivel 1: menos de 10 t/ha	1
	Área cosechada	Nivel 5: entre 150.000 ha y 200.000 ha	5
		Nivel 4: entre 100.000 ha y 150.000 ha	4
		Nivel 3: entre 100.000 ha y 50.000 ha	3
		Nivel 2: entre 50.000 ha y 20.000 ha	2
		Nivel 1: menos de 20.000 ha	1
	Producción	Nivel 5: entre 3.000.000 y 2.000.000 t	5
		Nivel 4: entre 2.000.000 y 1.500.000 t	4
		Nivel 3: entre 1.500.000 y 1.000.000 t	3
		Nivel 2: entre 1.000.000 y 500.000 t	2
		Nivel 1: menos de 500.000 t	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno productivo	Precios al productor	Nivel 5: entre 200 USD/t y 100 USD/t	5
		Nivel 4: entre 500 USD/t y 200 USD/t	4
		Nivel 3: entre 1.000 USD/t y 500 USD/t	3
		Nivel 2: entre 1.000 USD/t y 1.500 USD/t	2
		Nivel 1: más de 1.500 USD/t	1
	Consumo per cápita	Nivel 5: entre 40-30 kg/año/per cápita	5
		Nivel 4: entre 30-20 kg/año/per cápita	4
		Nivel 3: entre 20-10 kg/año/per cápita	3
		Nivel 2: entre 10-5 kg/año/per cápita	2
		Nivel 1: menos de 5 kg/año/per cápita	1
Entorno comercial	Exportaciones en valor de piña en fresco	Nivel 5: entre 1.000.000 y 750.000 miles de USD	5
		Nivel 4: entre 750.000 y 500.000 miles de USD	4
		Nivel 3: entre 500.000 y 250.000 miles de USD	3
		Nivel 2: entre 250.000 y 50.000 miles de USD	2
		Nivel 1: menos de 50.000 miles de USD	1
	Exportaciones en cantidad de piña en fresco	Nivel 5: entre 2.200.000 y 1.500.000 toneladas	5
		Nivel 4: entre 1.500.000 y 1.000.000 toneladas	4
		Nivel 3: entre 1.000.000 y 500.000 toneladas	3
		Nivel 2: entre 500.000 y 250.000 toneladas	2
		Nivel 1: menos de 250.000 toneladas	1
	Valor unitario de piña en fresco	Nivel 5: entre 1.000-750 USD/t	5
		Nivel 4: entre 750-500 USD/t	4
		Nivel 3: entre 500-250 USD/t	3
		Nivel 2: entre 250-100 USD/t	2
		Nivel 1: menos de 100 USD/t	1

(Continúa)

(Continuación tabla 35)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno comercial	Participación en las exportaciones mundiales de piña en fresco	Nivel 5: entre el 50% y el 25%	5
		Nivel 4: entre el 25% y el 10%	4
		Nivel 3: entre el 10% y el 5%	3
		Nivel 2: entre el 5% y el 1%	2
		Nivel 1: menos del 1%	1
	Distancia media de los países importadores de piña en fresco	Nivel 5: entre 500 y 2.000 km	5
		Nivel 4: entre 2.000 y 6.000 km	4
		Nivel 3: entre 6.000 y 8.000 km	3
		Nivel 2: entre 8.000 y 10.000 km	2
		Nivel 1: más de 10.000 km	1
	Exportaciones en valor de piña en conserva	Nivel 5: entre 600.000 y 500.000 miles de USD	5
		Nivel 4: entre 500.000 y 300.000 miles de USD	4
		Nivel 3: entre 300.000 y 100.000 miles de USD	3
		Nivel 2: entre 100.000 y 10.000 miles de USD	2
		Nivel 1: menos de 10.000 miles de USD	1
	Exportaciones en cantidad de piña en conserva	Nivel 5: entre 500.000 y 400.000 toneladas	5
		Nivel 4: entre 400.000 y 200.000 toneladas	4
		Nivel 3: entre 200.000 y 50.000 toneladas	3
		Nivel 2: entre 50.000 y 10.000 toneladas	2
		Nivel 1: menos de 10.000 toneladas	1
	Valor unitario de piña en conserva	Nivel 5: entre 1.500-3.000 USD/t	5
		Nivel 4: entre 1.500-1.000 USD/t	4
		Nivel 3: entre 1.000 - 500 USD/t	3
		Nivel 2: entre 500-250 USD/t	2
		Nivel 1: menos de 250 USD/t	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno comercial	Participación en las exportaciones mundiales de piña en conserva	Nivel 5: entre el 45% y el 30%	5
		Nivel 4: entre el 30% y el 10%	4
		Nivel 3: entre el 10% y el 5%	3
		Nivel 2: entre el 5% y el 1%	2
		Nivel 1: menos del 1%	1
	Distancia media de los países importadores de piña en conserva	Nivel 5: menos de 2.000 km	5
		Nivel 4: entre 5.000 y 2.000 km	4
		Nivel 3: entre 7.000 y 5.000 km	3
		Nivel 2: entre 7.000 y 10.000 km	2
		Nivel 1: más de 10.000 km	1
	Exportaciones en valor de piña en jugo	Nivel 5: entre 110.000 y 80.000 miles de USD	5
		Nivel 4: entre 80.000 y 40.000 miles de USD	4
		Nivel 3: entre 40.000 y 10.000 miles de USD	3
		Nivel 2: entre 10.000 y 5.000 miles de USD	2
		Nivel 1: menos de 5.000 miles de USD	1
	Exportaciones en cantidad de piña en jugo	Nivel 5: entre 200.000 y 150.000 toneladas	5
		Nivel 4: entre 150.000 y 100.000 toneladas	4
		Nivel 3: entre 100.000 y 50.000 toneladas	3
		Nivel 2: entre 50.000 y 10.000 toneladas	2
		Nivel 1: menos de 10.000 toneladas	1
	Valor unitario de piña en jugo	Nivel 5: entre 1.000-1.500 USD/t	5
		Nivel 4: entre 750-1.000 USD/t	4
		Nivel 3: entre 500-750 USD/t	3
		Nivel 2: entre 250-500 USD/t	2
		Nivel 1: menos de 250 USD/t	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno comercial	Participación en las exportaciones mundiales de piña en jugo	Nivel 5: entre el 40% y el 30%	5
		Nivel 4: entre el 30% y el 10%	4
		Nivel 3: entre el 10% y el 5%	3
		Nivel 2: entre el 5% y el 1%	2
		Nivel 1: menos del 1%	1
	Distancia media de los países importadores de piña en jugo	Nivel 5: entre 500 y 3.000 km	5
		Nivel 4: entre 3.000 y 5.000 km	4
		Nivel 3: entre 5.000 y 8.000 km	3
		Nivel 2: entre 8.000 y 10.000 km	2
		Nivel 1: más de 10.000 km	1
Entorno normativo y organizacional	Institutos de regulación estatal para el entorno productivo	Existe un organismo regulador por parte del Estado para el entorno, con políticas claras para el apoyo y la regulación del sector en estudio.	5
		Existe un organismo regulador por parte del Estado, el cual posee políticas y programas de apoyo que enmarca dentro de los sectores de aplicación el sector de estudio.	3
		Existe un organismo regulador por parte del Estado, donde las políticas para el apoyo y regulación del sector en estudio no son claramente evidenciables.	1
	Normas y leyes para el entorno productivo	Existen normas y leyes exclusivas para el entorno.	5
		Existen normas y leyes que enmarcan el entorno de forma global junto con otros productos.	3
		No son explícitas normas o leyes que enmarquen el entorno.	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno normativo y organizacional	Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto	Es explícita la existencia de normas o estándares para la producción de piña en fresco, mínimamente procesada y procesada.	5
		Es explícita la existencia de normas o estándares para la producción de frutas en fresco, mínimamente procesada y procesada.	3
		No es explícita la existencia de normas o estándares para la producción del producto en fresco, mínimamente transformado y transformado.	1
	Programas de apoyo financiero al entorno productivo e instrumentos de política pública de promoción al cultivo	Es explícita la existencia programas gubernamentales y privados que apoyen al entorno con financiación específica para el producto en estudio.	5
		Es explícita la existencia programas gubernamentales y privados que apoyen al entorno con financiación en el marco de frutales.	3
		No es explícita la existencia programas gubernamentales o privados que apoyen al entorno con financiación.	1
	Organismos de integración para los principales actores relacionados con el entorno productivo	Es explícita la existencia de organismos de integración para todos los actores relacionados al entorno.	5
		Es explícita la existencia de organismos de integración para varios actores relacionados con el entorno.	3
		Es explícita la existencia de algún organismo de integración para los productores o cultivadores.	1
	Centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades con experiencia en investigación en piña	Existen centros de investigación u otros entes investigativos para el producto.	5
		Existen centros de investigación u otros entes investigativos relacionados con el producto.	3
		Existen centros de investigación u otros entes investigativos con trabajos relacionados con el producto.	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno tecnológico	Extensión agropecuaria o asistencia técnica	Existen unidades de extensión agropecuaria o asistencia técnica con experiencia específica en piña.	5
		Existen unidades de extensión agropecuaria o asistencia técnica con experiencia específica en frutales.	3
		Existen unidades de extensión agropecuaria o asistencia técnica para el sector.	1
	Número de organizaciones que generan publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos en conferencias) con más de 10 publicaciones	Entre 20 y 30 organizaciones.	5
		Entre 20 y 10 organizaciones.	4
		Entre 10 y 5 organizaciones.	3
		Entre 5 y 1 organizaciones.	2
		1 organización.	1
	Número de publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con participación de entidades o autores del país	Más de 400 publicaciones.	5
		Entre 400 y 100 publicaciones.	4
		Entre 100 y 50 publicaciones.	3
		Entre 50 y 10 publicaciones.	2
		Menos de 10 publicaciones.	1
	Número de investigadores que generan publicaciones científicas con más de 5 publicaciones	Entre 20 y 15 investigadores.	5
		Entre 15 y 10 investigadores.	4
		Entre 10 y 5 investigadores.	3
		Entre 5 y 1 investigadores.	2
		1 investigador.	1
	Número de patentes con participación de entidades o autores del país	Entre 100 y 150 patentes concedidas.	5
		Entre 100 y 50 patentes concedidas.	4
		Entre 50 y 25 patentes concedidas.	3
		Entre 25 y 5 patentes concedidas.	2
		Menos de 5 patentes concedidas.	1

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno tecnológico	Número de variedades vegetales protegidas registradas por el país	Entre 16 y 10 variedades protegidas.	5
		Entre 10 y 8 variedades protegidas.	4
		Entre 8 y 6 variedades protegidas.	3
		Entre 6 y 2 variedades protegidas.	2
		1 variedad protegida.	1
	Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	Mapas genéticos, mapas moleculares, genómica, marcadores microsatélite, secuenciación de ADN, combinación de marcadores moleculares, identificación de clústeres genéticos.	5
		Mutación, técnicas <i>in vitro</i> , selección de cultivares de elite, conservación de material genético, entrecruzamiento parcial, heterocigocidad y homocigocidad, criopreservación de ápices y retoños/colinos.	4
		Modificación selectiva de características específicas, selección clonar por características y cualidades, técnicas alternativas de propagación, vitroplántulas y dinámicas de germinación, entre otras técnicas.	3
		Mejoramiento tradicional con hibridación de parentales y uso de retoños/colinos; cruzamiento interespecífico y selección de clones.	2
		Mejoramiento tradicional con hibridación de parentales y uso de retoños/colinos.	1
	Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	Planes de investigación integrales orientados a mejorar características y requerimientos del mercado desde el MIPPE y el mejoramiento genético.	5

(Continúa)

(Continuación tabla 35)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno tecnológico	Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	Investigación en artrópodos, plagas, nematodos, hongos y arvenses.	4
		Investigación en artrópodos, plagas, nematodos y hongos.	3
		Investigación en artrópodos, plagas y nematodos.	2
		Investigación en artrópodos y plagas.	1
	Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	Integración completa de actividades cosecha y poscosecha orientadas a conservar la calidad del producto desde el cultivo hasta el cliente final. Cadenas de suministros agroalimentarias que vinculan tecnologías de conservación y transformación de productos y subproductos de valor agregado. Diversificación de la cadena de valor.	5
		Prácticas de selección de frutos por características físicas y organolépticas, implementación de técnicas de protección en campo como películas de recubrimiento para reducir pérdidas de agua. Implementación de tecnologías de cadena de frío para conservación. Incursión en tecnologías de control de floración y senescencia. Control de tiempos de vida útil con tecnologías de atmósferas modificadas.	4
		Prácticas de selección de frutos por características físicas y organolépticas, implementación de técnicas de protección en campo como películas de recubrimiento para reducir pérdidas de agua.	3
		Prácticas de manejo de cosecha enfocadas en la selección de productos con características de color, forma, tamaño y olor; selección por destino final de uso para consumos en fresco, mínimamente procesados, jugos y conservas.	2

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno tecnológico	Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	Integración completa de actividades cosecha y poscosecha orientadas a conservar la calidad del producto desde el cultivo hasta el cliente final. Cadenas de suministros agroalimentarias que vinculan tecnologías de conservación y transformación de productos y subproductos de valor agregado. Diversificación de la cadena de valor.	1
	Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	Mecanismos que permitan minimizar la heterogeneidad entre la calidad ofertada, la calidad percibida y la calidad requerida a través de: implementación de BPA, estrategias para minimizar las pérdidas por daño mecánico, trazabilidad de variables de pH, sólidos solubles y acidez, entre otros. Monitoreo de la actividad enzimática, cadenas de frío, atmósferas modificadas, etc.	5
		Implementación de BPA, estrategias para minimizar las pérdidas por daño mecánico, trazabilidad de variables de pH, sólidos solubles y acidez, entre otros. Monitoreo de la actividad enzimática.	4
		Implementación de BPA, estrategias para minimizar las pérdidas por daño mecánico, trazabilidad de variables de pH, sólidos solubles y acidez, entre otros.	3
		Trazabilidad y selección de producto en campo bajo parámetros físicos del fruto, contenido de nutrientes, calidad del cultivo (suelo, agua y clima) y control fenológico.	2
		Trazabilidad y selección de producto en campo bajo parámetros físicos del fruto.	1
	Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	Estudios de inteligencia competitiva que relacionan factores tecnológicos y factores comerciales para el agronegocio.	5

(Continúa)

Variable	Subvariables	Escala cualitativa de niveles de desempeño	Escala cuantitativa
Entorno tecnológico	Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	Estudios socioeconómicos sobre perspectivas del entorno y del agronegocio, en los niveles local y mundial. Estudios sobre asociatividad y articulación de actores. Tendencias de consumo, mercados potenciales y reales para productos tradicionales y transformados; productos de valor agregado a partir de subproductos.	4
		Estudios socioeconómicos sobre perspectivas del entorno y del agronegocio, en los niveles local y mundial. Estudios sobre asociatividad y articulación de actores. Tendencias de consumo, mercados potenciales y reales para productos tradicionales y transformados.	3
		Estudios socioeconómicos sobre perspectivas del entorno y del agronegocio, en los niveles local y mundial. Estudios sobre asociatividad y articulación de actores.	2
		Estudios socioeconómicos sobre perspectivas del entorno y del agronegocio, en los niveles local y mundial.	1

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta matriz de escalas de valoración para las variables y subvariables se realiza la comparación de los cuatro referentes y Colombia, teniendo como base la información presentada en los capítulos I, II, III y IV. En el anexo se presentan las matrices de síntesis de la información para cada referente por variable y la calificación realizada con respecto a la matriz de escalas.

Entorno productivo

El análisis del entorno productivo tiene en Filipinas y Costa Rica dos referentes claves (figura 63). En las subvariables de producción, rendimiento de cultivo y consumo per cápita, Costa Rica mantiene una alta productividad con relación a su área cosechada que le permite atender no solo el consumo local, sino también tener una participación importante en las exportaciones.

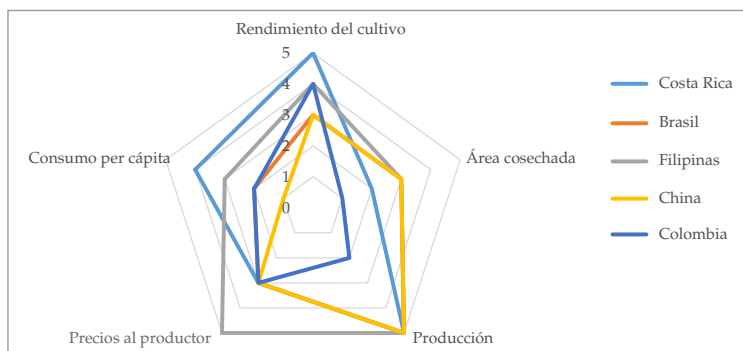


Figura 63. Análisis del entorno productivo para el cultivo de piña.

Fuente: Elaboración propia

Filipinas combina un alto volumen de producción con un precio bajo al productor (el precio al productor es el valor pagado por unidad de producción en la finca o unidad productiva). Colombia presenta un comportamiento homogéneo en las cinco subvariables, pero tiene un potencial por explotar en el que, pese a tener áreas cultivadas y cosechadas limitadas, presenta un rendimiento de cultivo elevado.

Entorno comercial

El análisis del entorno comercial se desarrolla para tres categorías de productos: piña en fresco, conservas de piña y jugo de piña (figura 64).

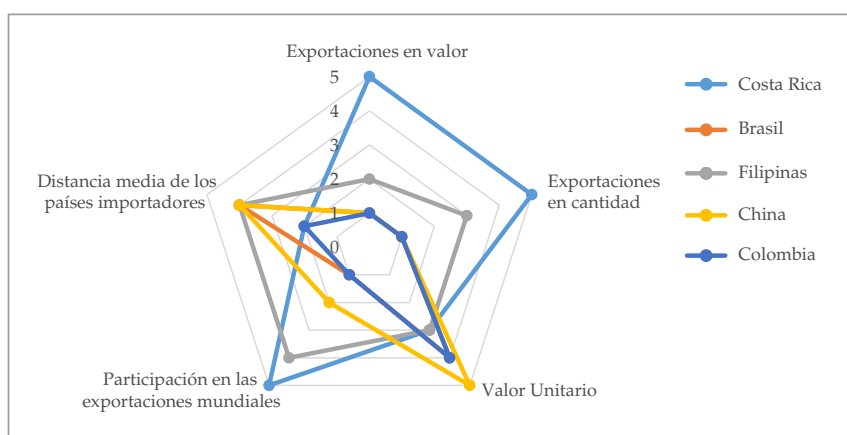


Figura 64. Análisis del entorno comercial para el producto “piña en fresco”.

Fuente: Elaboración propia

Costa Rica es, sin duda, el principal referente en la comercialización de piña en fresco en el mundo, con notable participación en las exportaciones mundiales en valor y cantidad, un valor unitario competitivo por unidad de volumen exportada en sus nichos de mercado, así como una distancia media competitiva entre sus clientes. El segundo referente es Filipinas, que presenta un comportamiento homogéneo en las cinco subvariables y se destaca por una distancia media en sus principales clientes que es favorable a sus volúmenes de comercialización (menor distancia media entre los países de comparación). Colombia tiene un precio unitario elevado con respecto a los referentes, lo que es coincidente con los bajos volúmenes de exportación.

Para el producto *piña en conservas* (figura 65) el referente internacional es Filipinas, que presenta una participación destacada en las exportaciones de este producto, tanto en volúmenes comercializados como en valores negociados. Sin embargo, presenta la mayor distancia media a sus clientes con respecto a los otros referentes y Colombia.

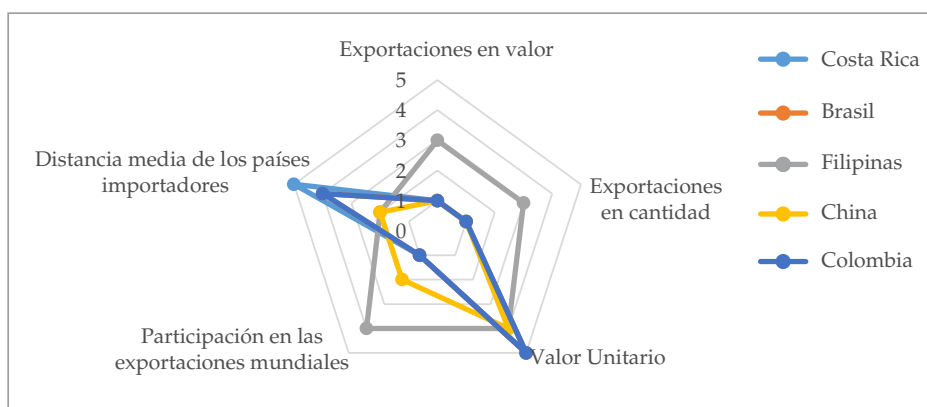


Figura 65. Análisis del entorno comercial para el producto “piña en conservas”.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para el producto *jugo de piña* Filipinas y Costa Rica son referentes por su participación en las exportaciones en valor y cantidad, donde Costa Rica aventaja a Filipinas en cuanto a la distancia media a los mercados importadores, que es menor que la de Filipinas. Brasil presenta un valor unitario elevado para un volumen medio de exportaciones. Colombia aún no se posiciona en este mercado y sus exportaciones son inferiores al 0,1% de participación frente al total mundial (figura 66).

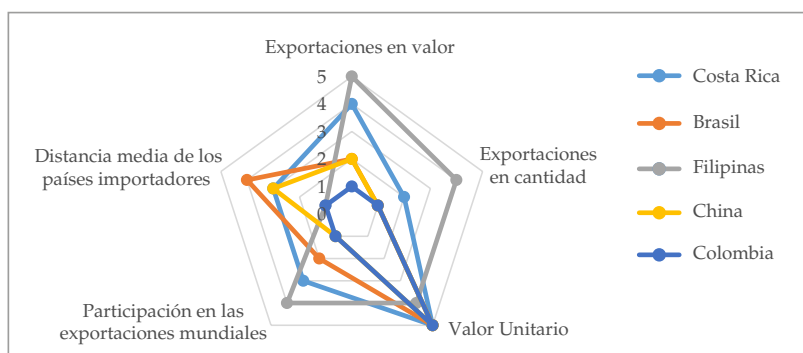


Figura 66. Análisis del entorno comercial para el producto "jugo de piña".

Fuente: Elaboración propia

Entorno normativo y organizacional

La cadena productiva de la piña en Costa Rica cuenta con un soporte normativo y organizacional que le permite ser competitiva en los entornos descritos. Su fortaleza recae en contar con normas técnicas y de calidad específicas para la piña en fresco y productos de valor agregado a partir de la transformación de esta, junto con esquemas de acompañamiento integral a los productores primarios, a través de servicios especializados de extensión agropecuaria. De igual manera, cuenta con programas de apoyo financiero para el productor que facilitan su posicionamiento en el mercado internacional (figura 67).

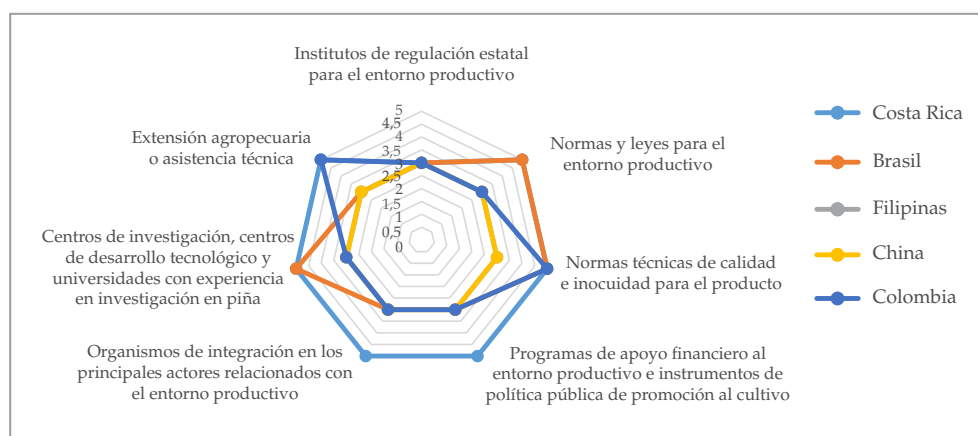


Figura 67. Análisis del entorno normativo y organizacional para el cultivo de piña.

Fuente: Elaboración propia

Otra de las fortalezas de Costa Rica es contar con organismos de integración de actores que fortalecen la capacidad productiva y, por ende, la capacidad de respuesta en volúmenes y calidad para mercados externos e internos. De igual manera, cuenta con universidades que generan investigación para el fortalecimiento tecnológico del cultivo. Colombia, si bien cuenta con normas técnicas y servicios de extensión agropecuaria, carece de un organismo de integración específico para el producto *piña* a pesar de contar con la cadena productiva de frutales y el gremio de productos hortofrutícolas (Asohofrucol).

Entorno tecnológico

Uno de los mecanismos para mejorar la productividad y la competitividad de las cadenas productivas y los agronegocios es a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. El conocimiento generado, transferido, adoptado y adaptado por actores en los eslabones de proveedores de insumos, productores, transformadores y comercializadores incide directamente en factores como calidad, inocuidad, valor agregado, trazabilidad, capacidad productiva, reducción de costos y sostenibilidad, entre otros (figura 68).

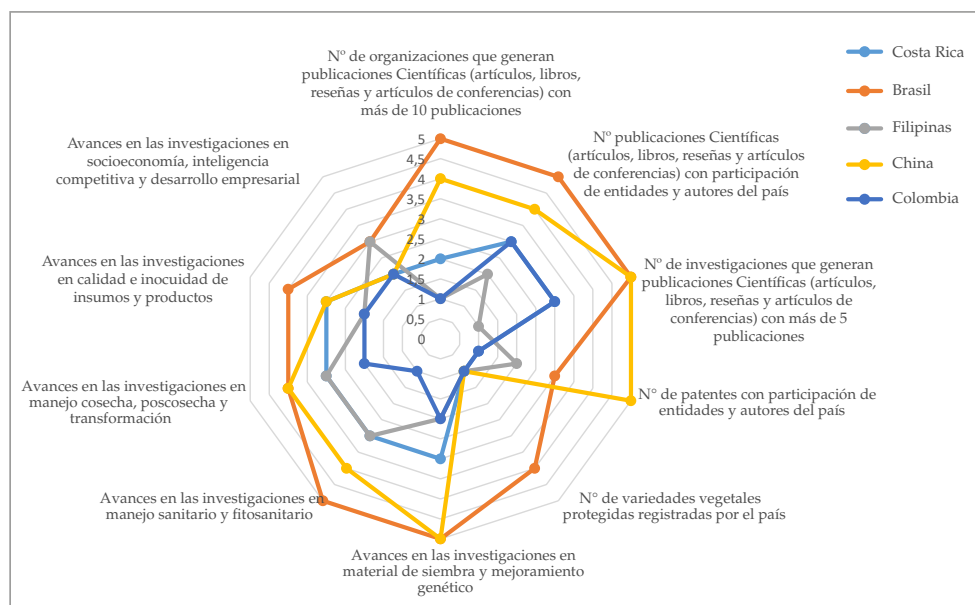


Figura 68. Análisis del entorno tecnológico para el cultivo de piña.

Fuente: Elaboración propia

Brasil cuenta con un entorno tecnológico fuerte en todos los elementos de generación de conocimiento, con excepción de patentes relacionadas con el producto *piña* (China es el líder), lo que no le resta capacidad para tener investigaciones de primer nivel en temas de material de siembra y mejoramiento genético y manejo sanitario y fitosanitario. Sin embargo, pese a tener un nivel tecnológico menor frente a las subvariables propuestas, Costa Rica cuenta con un entorno productivo y comercial más fuerte que Brasil. Por su parte, Colombia presenta un entorno con potencial de crecimiento en investigaciones sobre manejo cosecha y poscosecha y mejoramiento genético, donde debe generar alianzas de investigación con Brasil.

Mejor práctica

La identificación de la mejor práctica para el cultivo de piña se calcula a través de la contribución de cada una de las subvariables a la variable entorno, para cada país analizado. En la tabla 36 se observa que Filipinas, en el análisis global de las cinco variables del entono productivo, presenta la mejor práctica, seguido por Costa Rica. En el entorno comercial, Costa Rica y Filipinas presentan la mejor práctica si se considera tanto el análisis de piña en fresco como el de piña en conservas y jugo de piña.

Tabla 36. Análisis de la mejor práctica

Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia	Mejor práctica
Entorno productivo	3,8	3,2	4,0	3	2,4	4,0
Entorno comercial	3,3	2,5	3,3	2,3	2,0	3,3
Entorno normativo y organizacional	4,7	3,9	3,0	3,0	3,6	4,7
Entorno tecnológico	2,4	4,3	2,0	3,7	1,8	4,3

Fuente: Elaboración propia

El entorno normativo y organizacional es la variable con mejor calificación global, donde Costa Rica es el referente mundial, seguido por Brasil, que presenta la mejor práctica en la última variable de entorno tecnológico.

La figura 69 muestra el balance general de los entornos en un diagrama de fuerzas en el que se pueden identificar las “distancias” entre entornos para cada país y frente a los referentes. La brecha más notoria se presenta en el nivel tecnológico para Colombia con respecto a los otros países; en segundo lugar, está su brecha en el nivel comercial; en tercer lugar, la brecha productiva, y finalmente una brecha leve en su entorno normativo y organizacional.

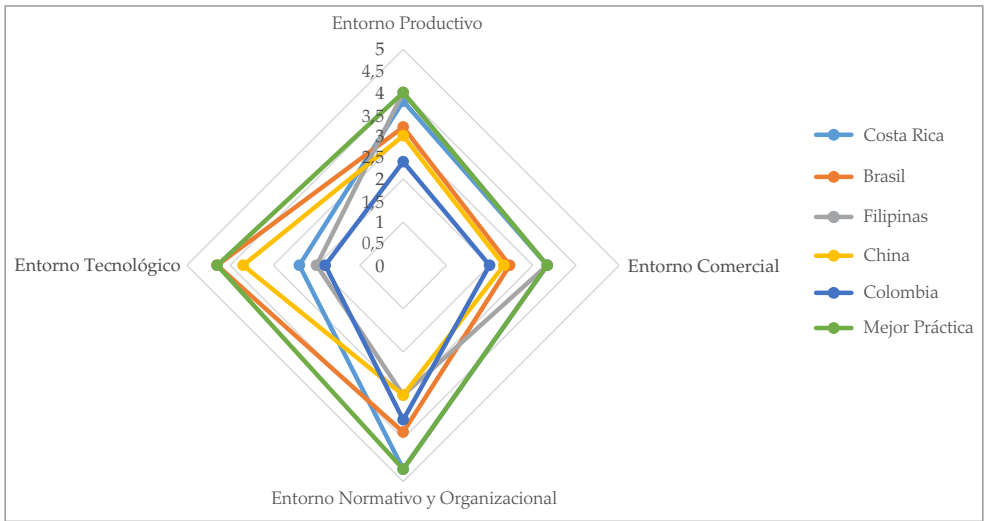


Figura 69. Identificación de la mejor práctica.
Fuente: Elaboración propia

Análisis de brechas

El análisis de brechas permite identificar acciones actuales que se realizan en el contexto específico de la piña para Colombia frente al escenario óptimo de la mejor práctica identificada en el *benchmarking* (ver valoración completa en el anexo).

Se maneja una escala de valoración de tres categorías, las cuales permiten clasificar la brecha como alta, media o baja. Esta clasificación se establece con relación a los niveles establecidos en el *benchmarking* para las variables y las subvariables:

- Brecha alta: cuando existen tres o más niveles de diferencia con respecto a la mejor práctica identificada.

- Brecha media: cuando existen dos niveles de diferencia con respecto a la mejor práctica identificada.
- Brecha baja: cuando existe un nivel o ningún nivel de diferencia con respecto a la mejor práctica identificada.

En la tabla 37 se presenta la valoración de Colombia frente a la mejor práctica identificada para las cuatro variables y sus respectivas subvariables. Se considera, para la variable de entorno comercial, solo el producto *piña en fresco*.

Tabla 37. Valoración de la brecha para Colombia frente a la mejor práctica identificada

Variable	Colombia	Mejor práctica	Brecha	Definición de la brecha
Entorno productivo	2,4	4,0	Media	Colombia debe potencializar el cultivo de piña apalancándose de los buenos rendimientos obtenidos por hectárea cosechada. Para esto debe incrementar las áreas de cultivo y tener especial atención en la identificación de suelos aptos para cultivo, condiciones climáticas acorde a los requerimientos del material de siembra y especial atención en variedades superiores.
Rendimiento del cultivo	4	5,0	Baja	
Área cosechada	1	3,0	Media	
Producción	2	5,0	Alta	
Precios al productor	3	5,0	Media	
Consumo per cápita	2	4,0	Media	
Entorno comercial piña en fresco	1,8	4,8	Alta	Actualmente el enfoque de comercio exterior de productos de piña de Colombia se ha centrado en el mercado de piña en fresco o mínimamente procesada. Sin embargo, su participación en el mercado en relación con volúmenes y valores no es significativa. Se deben generar mejores prácticas en la identificación de nichos de mercado en los que se pueda participar como proveedor principal o generar alianzas con otros productores de la región, como Costa Rica, para completar volúmenes requeridos por sus clientes.
Exportaciones en valor	1	5,0	Alta	
Exportaciones en cantidad	1	5,0	Alta	
Valor unitario	4	5,0	Baja	
Participación en las exportaciones mundiales	1	5,0	Alta	
Distancia media de los países importadores	2	4,0	Media	

(Continúa)

Variable	Colombia	Mejor práctica	Brecha	Definición de la brecha
Entorno normativo y organizacional	3,6	4,7	Baja	Colombia se encuentra en un punto clave para potenciar el cultivo de piña como alternativa clave para la conformación de agronegocios de frutales en fresco en el corto plazo y potenciar la generación de productos de valor agregado en el mediano plazo. Debe fortalecer la estructuración de un organismo específico de interacción entre los actores que sea diferente a la cadena productiva de frutales para trascender a la cadena productiva nacional de piña. Articular esta iniciativa en el nivel departamental con Asohofrucol como gremio. No se ha generado un programa específico de investigación en piña desde los centros de investigación y desarrollo tecnológico del sector agropecuario (CENI) ni de los centros de desarrollo tecnológico (CDT) a partir de los lineamientos de política para el fomento del cultivo. De igual manera, los programas de apoyo financiero son muy generales para los cultivos de frutales y no se encuentra uno específico para piña.
Institutos de regulación estatal para el entorno productivo	3	3,0	Baja	
Normas y leyes para el entorno productivo	3	5,0	Media	
Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto	5	5,0	Baja	
Programas de apoyo financiero al entorno productivo e instrumentos de política pública de promoción al cultivo	3	5,0	Media	
Organismos de integración para los principales actores relacionados con el entorno productivo	3	5,0	Media	
Centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades con experiencia en investigación en piña	3	5,0	Media	
Extensión agropecuaria o asistencia técnica	5	5,0	Baja	

(Continúa)

Variable	Colombia	Mejor práctica	Brecha	Definición de la brecha
Entorno tecnológico	1,8	4,3	Media	
Nº de organizaciones que generan publicaciones científicas con más de 10 publicaciones	1	5,0	Alta	La capacidad en la generación de conocimiento científico y técnico para el cultivo de piña, desde los ejercicios de I+D+i, tiene potencial en Colombia, toda vez que se cuenta con investigadores y organizaciones con experiencia en frutales y con algunos trabajos específicos en piña. Sin embargo, pese a contar con cultivares de piña introducidos por su potencial y calidad desde los referentes, no se cuenta con investigaciones del material de siembra disponible para desarrollar programas específicos de mejoramiento genético. Es necesario desarrollar, a partir de acuerdos de cooperación conjunta con Brasil, estudios de manejo sanitario enfocados en enfermedades características de la piña como Black Heart, control de plagas y vectores de virus y enfermedades como el <i>mealybugs</i>. Se deben potenciar los estudios en transformación y generación de valor agregado, inicialmente enfocados al mercado interno, buscando la generación de pulpas, conservas, deshidratados. Los avances en extracción de bromelina son bajos. Potencializar los estudios de inteligencia competitiva, específicamente en canales de comercialización, aprovechamiento de subproductos y generación de acuerdos de comercialización.
Nº de publicaciones científicas con participación de entidades o autores del país	3	5,0	Media	
Nº de investigadores que generan publicaciones científicas con más de 5 publicaciones	3	5,0	Media	
Nº de patentes con participación de entidades o autores del país	1	5,0	Alta	
Nº de variedades vegetales protegidas registradas por el país	1	4,0	Alta	
Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	2	5,0	Alta	
Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	1	5,0	Alta	

(Continúa)

(Continuación tabla 37)

Variable	Colombia	Mejor práctica	Brecha	Definición de la brecha
Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	2	4,0	Media	
Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	2	4,0	Media	
Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	2	3,0	Baja	

Fuente: Elaboración propia



El objetivo de este capítulo es construir, a partir de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, directrices a corto, mediano y largo plazo para el fortalecimiento del cultivo de piña y de la cadena productiva de frutales con énfasis en piña para Colombia. Las directrices se categorizan bajo dos variables:

- Temporalidad: horizontes de tiempo estimados en que se deben implementar las directrices: corto plazo (1-3 años), mediano plazo (3-5 años) y largo plazo (más de cinco años).
- Tipologías: directrices tecnológicas, directrices comerciales, directrices organizacionales e institucionales.

A continuación se presentan las directrices definidas para el cultivo de la piña y la cadena de frutales con énfasis en piña.

Directrices a corto plazo

En la tabla 38 se presentan las directrices a corto plazo.

Tabla 38. Directrices a corto plazo

Categorías de la directriz	Descriptor
Tecnológicas	Evaluación del estado actual de los recursos genéticos de piña en Colombia para identificar zonas de propagación, caracterizar variedades y conformar un banco de germoplasma <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>. Desarrollar un mapeo de la oferta tecnológica disponible para la piña relacionada con las áreas temáticas de material de siembra y mejoramiento genético, manejo cosecha, poscosecha y transformación, manejo fitosanitario, fisiología vegetal y calidad e inocuidad de insumos y productos. Desarrollar un balance tecnológico de equipos, infraestructura y capacidades en recursos humanos en las unidades productivas de piña de Colombia <i>vs.</i> Costa Rica como referente regional y mejor práctica identificada. Hacer un levantamiento del estado fitosanitario de las zonas actuales de producción de piña en Colombia y de aquellas zonas que, si bien no cultivan piña, cuentan con las condiciones de aptitud de suelo y clima para su cultivo. Establecer un plan de capacitación de mejores prácticas productivas que contemple dos fases de transferencia y adopción de tecnologías, inicialmente de referentes locales de producción y posteriormente de referentes internacionales. Desarrollar un análisis diagnóstico del potencial de aprovechamiento de los subproductos de la cosecha y poscosecha de piña para la obtención de productos con alto valor agregado.
Comerciales y productivas	Identificar los principales canales de comercialización local de piña, así como las presentaciones que más se distribuyen, sus volúmenes y características (piña en fresco, piña en trozos, pulpa de piña, jugo de piña). Fomentar un programa de crecimiento sostenible de las áreas cultivadas de piña en las zonas aptas para su cultivo que incremente anualmente entre un 5-10% el área actual.

(Continúa)

Categorías de la directriz	Descriptores
Comerciales y productivas	Fortalecer los nexos comerciales actuales para la “internacionalización” de la piña colombiana y de sus productos derivados a través de programas de apoyo como Marca Colombia e iniciativas conjuntas entre el MADR y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT). Desarrollar estudios de viabilidad para una marca país de piña y sus productos derivados o de una marca conexas de frutas tropicales de Colombia.
Organizacionales y normativas	Desarrollar, en el marco de la reglamentación de cadenas productivas del MADR, un capítulo especial en su acuerdo de competitividad en relación con el producto <i>piña</i>. Generar un estudio de diagnóstico y caracterización de los productores de frutas tropicales de Colombia, como primera iniciativa para la conformación de la cadena productiva de frutas tropicales. Plan de soporte y capacitación por parte de Asohofrucol y entidades del orden territorial, universidades y centros de desarrollo tecnológico para las principales asociaciones productoras de piña. Desarrollar la guía ambiental para el cultivo de piña como oferta de conocimiento para el establecimiento de nuevas unidades productivas y el fortalecimiento de las ya establecidas. Promover la formulación de la agenda nacional y territorial de investigación, desarrollo e innovación para la piña.

Fuente: Elaboración propia

Directrices a mediano plazo

En la tabla 39 se presentan las directrices a mediano plazo.

Tabla 39. Directrices a mediano plazo

Categorías de las directrices	Descriptores
Tecnológicas	Potenciar la conformación de clústeres piñeros a través de la articulación de las asociaciones de productores, la academia y entidades locales de gobierno, en las principales zonas de producción, para el desarrollo y puesta en marcha de centros de poscosecha de piña. Priorizar programas de transferencia de tecnología enfocados en manejo cosecha, poscosecha y transformación en las agendas de universidades y centros de investigación agrícola. Diseño de un sistema de georreferenciación por cultivares que permita, para cada unidad productiva, identificar su valor ecológico, productividad, infraestructura asociada (riego, invernadero de plántulas, unidades de poscosecha, etc.) y monitoreo de factores edafoclimáticos, entre otros. Poner en marcha un programa de selección y mejoramiento genético en las zonas de cultivo. Desarrollo de proyectos I+D+i relacionados con el cambio tecnológico en la recolección mediante el uso y adecuación de maquinaria específica. Desarrollar un proyecto de investigación enfocada en la obtención y el aprovechamiento de bromelina.
Comerciales y productivas	Fomentar la obtención de certificaciones correspondientes a gestión sostenible, producción ecológica y comercio justo. Establecer una alianza de soporte comercial para el acceso a mercados europeos con Costa Rica, en donde a partir del cumplimiento de características de calidad, inocuidad y factores organolépticos se complementarían los volúmenes de exportación con piña colombiana. Desarrollar una línea de producto de piña en conserva tipo exportación para hoteles y <i>resorts</i>. Incentivar el consumo de la biomasa generada en las actividades de cosecha y poscosecha como energía propia en las unidades productivas. Cultivo de piña como alternativa de servicios ecosistémicos. Desarrollar estrategias de <i>marketing</i> gastronómico para la incorporación de la piña en preparaciones tradicionales de Colombia.

(Continúa)

Categorías de las directrices	Descriptores
Comerciales y productivas	Promoción institucional, social, legal y técnica a la producción certificada dentro de una marca país. Poner en marcha incentivos económicos, como el cheque innovación o los fondos capital riesgo, y fiscales para las pequeñas y medianas empresas agroalimentarias y de transformación de subproductos de piña. Fortalecer el acceso a insumos y equipos para la producción de piña, además de garantizar el abasto de materia prima capaz de soportar el desarrollo industrial.
Organizacionales y normativas	Creación de una comisión sectorial para la dinamización del sector de transformación de la piña. Conformación de la cadena productiva regional de la piña en los departamentos de Valle del Cauca y Meta como primera iniciativa para la conformación de la cadena productiva nacional. Adecuar los servicios de extensión rural y asistencia técnica a las necesidades de los productores, teniendo como base aquellas entidades que prestan los servicios y que reportan experiencia en frutales tropicales o piña. Impulsar el desarrollo de la industria procesadora de piña vinculada estrechamente con los productores locales y que mantenga altos niveles de competitividad en tecnología y <i>know-how</i>.

Fuente: Elaboración propia

Directrices a largo plazo

En la tabla 40 se presentan las directrices a largo plazo.

Tabla 40. Directrices a largo plazo

Categorías de las directrices	Descriptores
Tecnológicas	Conformación del programa nacional de investigación en frutas tropicales. Generar una variedad de piña con características de resistencia a plagas y enfermedades y alto rendimiento para la obtención de pulpa de piña.
Comerciales y productivas	Fortalecimiento de la comercialización directa de la piña a través de la construcción de redes y canales de venta bajo el control directo o asistido de las asociaciones de productores. Conformación de alianzas de exportación de pulpa de piña y conserva de piña colombiana para el mercado europeo a través de alianzas colaborativas.
Organizacionales y normativas	Formalización de la cadena productiva nacional de piña y formulación de su acuerdo de competitiva y plan estratégico.

Fuente: Elaboración propia





Los autores

Diego Hernando Flórez Martínez

Correo: dhflorez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1246-6513>

Ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con maestría en Ingeniería Industrial con énfasis en “Gestión de la innovación, productividad y competitividad” de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Ingeniería-Industria y Organizaciones. Ha trabajado en la implementación de herramientas de gestión estratégica contemporánea para la formulación de planes estratégicos a nivel sectorial. Actualmente, se desempeña como Coordinador de Gestión de Información en Ciencia y Tecnología en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), ha sido autor de diferentes libros, ponencias internacionales y nacionales, así como artículos de investigación. Su línea de investigación se enfoca en gestión de conocimiento para la investigación, desarrollo e innovación.

Claudia Patricia Uribe Galvis

curibe@agrosavia.co

Zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con maestría en Desarrollo Rural de la Pontificia Universidad Javeriana. Ha trabajado como especialista del Fondo Concursal del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y como coordinadora del proyecto Transición de la Agricultura. Ejerció como coordinadora del Observatorio Siembra, Sistema de Información de CTI. Actualmente, es jefe del Departamento de Articulación Institucional de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Diana María Ruiz Ramirez

Correo: druiz@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6624-787X>

Administradora de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con especialización en Estadística Aplicada y en Comportamiento del consumidor e Investigación de Mercados. Cuenta con experiencia en estructuración de proyectos, desarrollo de procesos de planeación estratégica e inteligencia de negocios, y diseño de indicadores de seguimiento y evaluación. Actualmente, se desempeña como profesional de planeación y cooperación institucional en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Sandra Paola González Cerón

Correo: spgonzalez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6441-4382>

Profesional de Finanzas y Comercio Internacional y economista de la Universidad del Rosario, profesional con doble titulación. Con ocho años de experiencia en el sector agropecuario, actualmente se desempeña como profesional de planeación y cooperación institucional en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) donde apoya procesos como la Revisión de la Agenda Nacional de I+D+i, procesos de planeación estratégica, generación e implementación de metodologías para la conformación de núcleos territoriales de innovación, procesos de gestión del conocimiento y mediciones de redes sociales.



- Agronet. (2019). Estadísticas del sector agropecuario. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>
- Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofructol). (2006). Plan Frutícola Nacional - PFN. Recuperado de http://www.asohofructol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_14_FINAL%20PFN%20COMPLETO.pdf
- Banco Mundial (2019). Información sobre población mundial. [Datos de libre acceso del Banco Mundial]. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
- Cámara de Comercio Colombo Americana (AmCham Colombia). (2013). *Oportunidades para la piña colombiana en el mercado estadounidense*. Recuperado de <https://www.amchamcolombia.co/images/docs/pina.pdf>
- Cifuentes, W., Pérez, M. J. & Gil-Casares, M. (2011). *Metodología de análisis de cadenas productivas bajo el enfoque de cadenas de valor*. Madrid, España: Fundación Codespa. Recuperado de <https://www.codespa.org/app/uploads/metodologias-analisis-bajo-enfoque-cadenas-de-valor.pdf>
- Castaño Reyes, G. (2016). *Calidad del servicio de asistencia técnica agropecuaria: análisis de dos casos en Boyacá*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/54819/1/gulnarapaolacasta%C3%B1oreyes.2016.pdf>
- Castellanos Domínguez, O. F., Torres Piñeros, L. M. & Domínguez Martínez, K. P. (2009). *Manual metodológico para la definición de agendas de investigación y desarrollo tecnológico en cadenas productivas agroindustriales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

- Castellanos, O., Torres, M. & Flórez, D. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la piña y su agroindustria en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12695>
- Castro, A. & Lima, S. (2006). *Taller de análisis de desempeño en cadenas productivas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Chan, Y., Coppens d'Eeckenbrugge, G. & Sanewski, G. (2003). Breeding and variety improvement. En: P. D. Bartholomew, R. E. Paull & K. G. Rohrbach (eds.), *The Pineapple: Botany, Production and Uses* (pp. 33-55). Nueva York, EE. UU.: CABI.
- Chaves, J., Díaz, R., Hernández, A. & Hidalgo, O. (2000). Cadenas productivas agroindustriales y competitividad: definición de políticas y estrategias en el meso nivel. *Economía y Sociedad*, 5(13), 5-18. Recuperado de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia/article/view/6832>
- Chonhenchob, V., Tanafranca, D. & Singh, S. (2017). Packaging technologies for pineapple and pineapple products. En: M. Lobo & R. Paull (eds.), *Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition* (pp. 108-126). Nueva York, EE. UU.: John Wiley & Sons.
- Clavijo Ponce, N. (2012). *Antecedentes y nuevas perspectivas de la asistencia técnica en Colombia*. Recuperado de www.relaser.org
- Coppens d'Eeckenbrugge, G., Sanewski, G., Smith, M., Duval, M. & Leal, F. (2011). Pineapple. En: C. Kole (ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 21-41). Berlin: Springer-Verlag.
- Coppens-d'Eeckenbrugge, G. & Leal, F. (2003). Morphology, anatomy and taxonomy. En: D. P. Bartholomew, R. E. Paull & K. G. Rohrbach (eds.) *The Pineapple: Botany, Production and Uses* (pp. 13-32). Nueva York, EE. UU.: CABI.
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (Coveca). (2002). *Comercialización de piña*. Veracruz, México: Gobierno del Estado de Veracruz.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD). (2014). *Piña, perfil Infocoom*. Recuperado de https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp09_Pineapple_es.pdf
- Corabastos. (2019). *Boletín diario de precios*. Recuperado de <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/reportes/prueba.php>

- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). (2019). *¿Qué es un grupo de investigación?* Recuperado de <https://legado.web.minciencias.gov.co/faq/qu-es-un-grupo-de-investigaci-n>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (Diciembre de 2016). *Boletín Mensual Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria*, 54. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_dic_2016.pdf
- De Begoña, A., Sánchez-Moreno, C. & González-Aguilar, G. A. (2017). Pineapple composition and nutrition. En: M. G. Lobo & R. Paull (eds.), *Handbook of pineapple technology* (pp. 221-239). Nueva York, EE. UU.: John Wiley & Sons.
- De la Cruz, J. & García, H. (2005). *Pineapple: Post-harvest Operations*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Delgado-Huertas, H. & Arango-Wiesner, L. (2015). Caracterización morfoagronómica de genotipos de piña (*Ananas* spp.) en un suelo de terraza alta de Villavicencio. *Orinoquía*, 19(2), 153-165.
- Dorta, E. & Sogi, D. (2017). Value added processing and utilization of pineapple by-products. En: M. Lobo & R. Paull (eds.), *Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition* (pp. 196-220). Nueva York, EE. UU.: John Wiley & Sons.
- Florez, D. & Uribe, C. (2017) *Guía metodológica para el análisis de sistemas productivos agroindustriales regionales a través de herramientas de gestión estratégica*. Mosquera, Colombia: Corpoica.
- Flórez-Martínez, D.-H. (2018). Diseño de un modelo de articulación entre la cadena productiva hortofrutícola colombiana y la cadena logística de frío. *Temas Agrarios*, 23(1), 77-94.
- García Tain, Y., Pérez Padrón, J., García Pereira, A. & Hernández Gómez, A. (2011). Determinación de las propiedades de calidad de la piña (*Ananas comosus*) variedad Cayena Lisa almacenada a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1), 62-65.
- Hossain, M. F. (2016). World pineapple production: An overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 16(4), 11443-11456.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). (2018). *Tabla de composición de alimentos colombianos*. Recuperado de https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_web.pdf

- International Society for Horticultural Science (ISHS) (2019). Workgroup Pineapple - *Acta Horticulturae*. Recuperado de <https://www.ishs.org/pineapple>.
- International Trade Centre (ITC). (2019). *Trade Map, estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas*. [Base de datos]. Recuperado de <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Joy, P. P. & Anjana R. (2013). *Pineapple varieties*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/306034709_PINEAPPLE_VARIETIES
- Kader, A. (2000). *Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Davis, CA, EE. UU.: University of California.
- Ketnawa, S., Chaiwuth, P. & Rawdkuen, S. (2012). Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food Bioproducts Processing*, 90(3), 385-391.
- Lin, X., Li, X. & Chen, W. (2013). Effect of wax treatment on the quality and postharvest physiology. *Acta Horticulturae*, 975, 519-526.
- Medina, M. (1996). De la práctica de los indicadores de la ciencia y la tecnología a la configuración del desarrollo tecnocientífico. En: S. Brisolla, J. Charum, H. Jaramillo, M. Medina, J. B. Meyer, N. Narváez-Berthelemon, X. Polanco & D. Vinck, *Hacia la construcción de un observatorio de ciencia y tecnología* (pp. 59-78). Bogotá, Colombia: Colciencias.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (2018). Evaluaciones Agropecuarias Municipales [Información estadística]. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>
- Origen, distribución y diversidad de la piña. (Junio de 2015). Recuperado de <http://lapiniatropical.blogspot.com/2015/06/origen-distribucion-y-diversidad-de-la.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *FAO / INFOODS Food Composition Databases*. [Base de datos y estadísticas sobre composición de alimentos]. Recuperado de <http://www.fao.org/infoods/infoods/tablas-y-bases-de-datos/bases-de-datos-faoinfoods-de-composicion-de-alimentos/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1992). *Codex Alimentarius*. Rome, Italy: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (fao). (2019). *Faostat*. [Base de datos y estadísticas sobre alimentación y agricultura]. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#home>

- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2019). *Clasificación Internacional de Patentes*. Recuperado de <http://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>
- Palacio, A. (agosto, 2012). *Plan nacional de fomento hortofrutícola 2012-2022: un nuevo modelo organizacional gremial para el mejoramiento de la competitividad y la productividad del sector hortofrutícola*. Ponencia presentada en IV Congreso Nacional Hortofrutícola, Medellín, Colombia. Recuperado de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_204_Dr.%20Alvaro%20Ernesto%20Palacio%20Pelaez.pdf
- Patent Inspiration (2018). *Información de patentes mundiales*. Recuperado de <https://patentinspiration.com/>
- Paull, R., Chen, N. & Saradhulhat, P. (2017). Pineapple harvesting and postharvest handling. En: M. Lobo & R. Paull (eds.), *Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition* (pp. 89-108). Nueva York, EE. UU.: John Wiley & Sons.
- Plataforma Tecnológica de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario colombiano (Siembra). (2018). *Información cadena productiva de la piña*. Recuperado de <http://www.siembra.co/Home/Busqueda?tipo=0&categoria=0&query=pi%C3%B1a>
- Programa de Transformación Productiva (PTP). (2013). *Plan de negocios de piña*. Bogotá, Colombia: Asohofrucol. Recuperado de <https://www.ptp.com.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=f5a9fee6-5fa5-4518-8dc0-4d7289ca4aa7>
- Rohrbach, K. & Johnson, M. (2003). Pests, diseases and weeds. En D. P. Bartholomew, R. E. Paull, & K. G. Rohrbach (eds.), *The Pineapple: Botany, Production and Uses* (pp. 203-251). Nueva York, EE. UU.: CABI.
- Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia). (2019). Portal de datos. Recuperado de <http://datos.biodiversidad.co/>
- Scopus. (2019). Base de datos de referencias bibliográficas y citas de Elsevier. Recuperado de <https://www.scopus.com/>
- Sipes, B. & Wang, K.-H. (2017). Pests, diseases and weeds. En: M. Lobo & R. Paull (eds.), *Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition* (pp. 63-89). Nueva York, EE. UU.: Wiley & Sons.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). (2018). Base de datos sobre variedades vegetales. Recuperado de <http://upov.int/portal/index.html.es>
- U. S. Department of Agriculture (USDA). (2018). *FoodData Central*. [Base de

datos]. Recuperado de <https://fdc.nal.usda.gov/>

Vagneron, I., Faure, G. & Loeillet, D. (2009). Is there a pilot in the chain? Identifying the key drivers of change in the fresh pineapple sector. *Food Policy*, 34(5), 437-446.

Zahner-Ramírez, M. (2012). *Valoración poscosecha de frutos de piña variedad dorada extra dulce (MD-2), inmersas en distintas soluciones de cloruro de calcio*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.





Anexo. Tablas *benchmarking*

Matriz 1. Información cuantitativa

Entorno 1	Rendimiento de cultivo	Área cosechada	Producción	Precio al productor	Consumo per cápita					
Costa Rica	68,15	43.000	2.930.661	717	29,17					
Brasil	39,22	68.699	2.695.555	500	9,77					
Filipinas	40,05	65.224	2.612.474	201	10,84					
China	27,48	75.617	2.078.126	557	0,98					
Colombia	41,1	18.390	755.971	807	9,93					
Entorno 2: piña en fresco	Exportaciones en valor	Exportaciones en cantidad	Valor unitario	Participación en las exportaciones	Distancia media de los países importadores					
Costa Rica	905.311	2.019.401	454	46,9%	6.292					
Brasil	2.004	3.870	518	0,1%	2.643					
Filipinas	228.412	566.928	406	11,8%	3.515					
China	6.750	5.355	1.261	2,0%	4.800					
Colombia	9.768	15.183	633	0,01%	7.651					
Entorno 2: piña en conserva	Exportaciones en valor	Exportaciones en cantidad	Valor unitario	Participación en las exportaciones	Distancia media de los países importadores					
Costa Rica	1.235	229	5.393	0,1%	908					
Brasil	278	181	1.536	0,1%	3.280					
Filipinas	277.326	323.257	858	21,2%	10.017					
China	21.737	21.267	1.022	1,7%	9.682					
Colombia	1.551	443	3.501	0,1%	2.339					

(Continúa)

(Continuación matriz 1)

Entorno 2: piña en jugo	Exportaciones en valor	Exportaciones en cantidad	Valor unitario	Participación en las exportaciones	Distancia media de los países importadores					
Costa Rica	46.738	30.529	1.531	9,4%	6.738					
Brasil	8.667	5.243	1.653	1,7%	4.647					
Filipinas	94.043	132.856	708	18,9%	11.654					
China	4.394	2.626	1.673	0,9%	6.466					
Colombia	65	18	3.611	0,01%	13.714					
Entorno 3	Institutos de regulación estatal para el entorno productivo	Normas y leyes para el entorno productivo	Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto	Programas de apoyo financiero al entorno productivo e instrumentos de política pública de promoción al cultivo	Organismos de integración para los principales actores relacionados con el entorno productivo	Centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades con experiencia en investigación en piña	Extensión agropecuaria o asistencia técnica			
Costa Rica	3	5	5	5	5	5	5			
Brasil	3	5	5	3	3	5	3			
Filipinas	3	3	3	3	3	3	3			
China	3	3	4	3	3	3	3			
Colombia	3	3	5	3	3	3	5			

(Continúa)

(Continuación matriz 1)

Entorno 4	N° de organizaciones que generan publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos en conferencias) con más de 10 publicaciones	N° de publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con participación de entidades o autores del país	N° de investigadores que generan publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con más de 5 publicaciones	N° de patentes con participación de entidades o autores del país	N° de variedades vegetales protegidas registradas por el país	Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial
Costa Rica	4	54	6	1	0	3	3	3	3	2
Brasil	27	753	41	26	9	5	5	4	4	3
Filipinas	1	41	1	8	0	2	3	3	2	3
China	12	324	22	251	0	5	4	4	3	2

Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2018), ITC (2019) y Scopus (2019)

Matriz 2. Valoración de variables

	N°	Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia
	1	Entorno productivo	3,8	3,2	4	3	2,4
	1.1	Rendimiento del cultivo	5	3	4	3	4
	1.2	Área cosechada	2	3	3	3	1
	1.3	Producción	5	5	5	5	2
	1.4	Precios al productor	3	3	5	3	3
	1.5	Consumo per cápita	4	2	3	1	2
	2	Entorno comercial	3,3	2,5	3,3	2,3	2,0
En fresco	2.1	Exportaciones en valor	5	1	2	1	1
	2.2	Exportaciones en cantidad	5	1	3	1	1
	2.3	Valor unitario	3	4	3	5	4
	2.4	Participación en las exportaciones mundiales	5	1	4	2	1
	2.5	Distancia media de los países importadores	2	4	4	4	2
Conservas	2.1	Exportaciones en valor	1	1	3	1	1
	2.2	Exportaciones en cantidad	1	1	3	1	1
	2.3	Valor unitario	5	5	4	4	5
	2.4	Participación en las exportaciones mundiales	1	1	4	2	1
	2.5	Distancia media de los países importadores	5	4	2	2	4

(Continúa)

(Continuación matriz 2)

	N°	Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia
Jugos	2.1	Exportaciones en valor	4	2	5	2	1
	2.2	Exportaciones en cantidad	2	1	4	1	1
	2.3	Valor unitario	5	5	4	5	5
	2.4	Participación en las exportaciones mundiales	3	2	4	1	1
	2.5	Distancia media de los países importadores	3	4	1	3	1
	3	Entorno normativo y organizacional	4,7	3,9	3,0	3,0	3,6
	3.1	Institutos de regulación estatal para el entorno productivo	3	3	3	3	3
	3.2	Normas y leyes para el entorno productivo	5	5	3	3	3
	3.3	Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto	5	5	3	3	5
	3.4	Programas de apoyo financiero al entorno productivo e instrumentos de política pública de promoción al cultivo	5	3	3	3	3
	3.5	Organismos de integración para los principales actores relacionados con el entorno productivo	5	3	3	3	3
	3.6	Centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades con experiencia en investigación en piña	5	5	3	3	3
	3.7	Extensión agropecuaria o asistencia técnica	5	3	3	3	5

(Continúa)

(Continuación matriz 2)

N°	Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia
4	Entorno tecnológico	2,40	4,3	2	3,7	1,8
4.1	N° de organizaciones que generan publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con más de 10 publicaciones	2	5	1	4	1
4.2	N° publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con participación de entidades o autores del país	3	5	2	4	3
4.3	N° de investigadores que generan publicaciones científicas (artículos, libros, reseñas y artículos de conferencias) con más de 5 publicaciones	3	5	1	5	3
4.4	N° de patentes con participación de entidades o autores del país	1	3	2	5	1
4.5	N° de variedades vegetales protegidas registradas por el país	1	4	1	1	1
4.6	Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	3	5	2	5	2
4.7	Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	3	5	3	4	1
4.8	Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	3	4	3	4	2
4.9	Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	3	4	2	3	2
4.10	Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	2	3	3	2	2

Fuente: Elaboración propia

Matriz 3. Valoración de las brechas por subvariables

Variables y subvariables	Países					Valoración	Nivel de la brecha
Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia	Mejor práctica	Brecha
Entorno productivo	3,8	3,2	4	3	2,4	4,0	Media
Rendimiento del cultivo	5	3	4	3	4	5,0	Baja
Área cosechada	2	3	3	3	1	3,0	Media
Producción	5	5	5	5	2	5,0	Alta
Precios al productor	3	3	5	3	3	5,0	Media
Consumo per cápita	4	2	3	1	2	4,0	Media
Entorno comercial global	3,3	2,5	3,3	2,3	2,0	3,3	Media
Piña en fresco							
Exportaciones en valor	5	1	2	1	1	5,0	Alta
Exportaciones en cantidad	5	1	3	1	1	5,0	Alta
Valor unitario	3	4	3	5	4	5,0	Baja
Participación en las exportaciones mundiales	5	1	4	2	1	5,0	Alta
Distancia media de los países importadores	2	4	4	4	2	4,0	Media
Piña en conserva							
Exportaciones en valor	1	1	3	1	1	3,0	Media
Exportaciones en cantidad	1	1	3	1	1	3,0	Media
Valor unitario	5	5	4	4	5	5,0	Baja
Participación en las exportaciones mundiales	1	1	4	2	1	4,0	Alta
Distancia media de los países importadores	5	4	2	2	4	5,0	Baja
Jugo de piña							
Exportaciones en valor	4	2	5	2	1	5,0	Alta
Exportaciones en cantidad	2	1	4	1	1	4,0	Alta
Valor unitario	5	5	4	5	5	5,0	Baja
Participación en las exportaciones mundiales	3	2	4	1	1	4,0	Alta
Distancia media de los países importadores	3	4	1	3	1	4,0	Alta

(Continúa)

(Continuación matriz 3)

Variables y subvariables	Países					Valoración	Nivel de la brecha
Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia		
Entorno normativo y organizacional	4,7	3,9	3,0	3,0	3,6	4,7	Baja
Institutos de regulación estatal para el entorno productivo	3	3	3	3	3	3,0	Baja
Normas y leyes para el entorno productivo	5	5	3	3	3	5,0	Media
Normas técnicas de calidad e inocuidad para el producto	5	5	3	3	5	5,0	Baja
Programas de apoyo financiero al entorno productivo e instrumentos de política pública de promoción al cultivo	5	3	3	3	3	5,0	Media
Organismos de integración para los principales actores relacionados con el entorno productivo	5	3	3	3	3	5,0	Media
Centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico y universidades con experiencia en investigación en piña	5	5	3	3	3	5,0	Media
Extensión agropecuaria o asistencia técnica	5	3	3	3	5	5,0	Baja
Entorno tecnológico	2,40	4,3	2	3,7	1,8	4,3	Media
Nº de organizaciones que generan publicaciones científicas con más de 10 publicaciones	2	5	1	4	1	5,0	Alta
Nº publicaciones científicas con participación de entidades o autores del país	3	5	2	4	3	5,0	Media
Nº de investigadores que generan publicaciones científicas con más de 5 publicaciones	3	5	1	5	3	5,0	Media
Nº de patentes con participación de entidades o autores del país	1	3	2	5	1	5,0	Alta
Nº de variedades vegetales protegidas registradas por el país	1	4	1	1	1	4,0	Alta

(Continúa)

(Continuación matriz 3)

Variables y subvariables	Países					Valoración	Nivel de la brecha
Variable	Costa Rica	Brasil	Filipinas	China	Colombia		
Avances en las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético	3	5	2	5	2	5,0	Alta
Avances en las investigaciones en manejo sanitario y fitosanitario	3	5	3	4	1	5,0	Alta
Avances en las investigaciones en manejo cosecha, poscosecha y transformación	3	4	3	4	2	4,0	Media
Avances en las investigaciones en calidad e inocuidad de insumos y productos	3	4	2	3	2	4,0	Media
Avances en las investigaciones en socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	2	3	3	2	2	3,0	Baja

Fuente: Elaboración propia



Terminó de diseñarse
en junio de 2020, Bogotá, D. C., Colombia

Las frutas tropicales hacen parte de un grupo de alimentos clave para la diversificación de las canastas de alimentación, las cadenas agroalimentarias y los agronegocios en el mundo. Actualmente, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), considera a la piña (*Ananas comosus*), al mango (*Mangifera indica*), el aguacate (*Persea americana*), la papaya (*carica papaya*) y el banano (*Musa paradisiaca*), como las principales especies de este grupo, siendo la primera un cultivo de prioridad en la política pública agrícola de Colombia. La piña, ananá o abacaxi (*Ananas comosus* L.), uno de los cultivos de frutales con la mayor dinámica de crecimiento en producción, áreas cultivadas y diversificación de productos y subproductos derivados de las actividades de cosecha, poscosecha y transformación. Actualmente, el país cuenta con 15.513.746 ha aptas para el cultivo de la piña, es decir un 39 % de la frontera agrícola.

A través de la implementación de herramientas de vigilancia científica, vigilancia comercial y *benchmarking* este trabajo ofrece a la comunidad de investigadores en frutales, las perspectivas tecnológicas y comerciales para la cadena de piña en Colombia, así como las brechas actuales para esta, frente a referentes productores en el mundo y la región de América Latina y el Caribe. Los resultados de esta publicación son punto de partida para la formulación de proyectos de investigación, conformación de alianzas transnacionales y nacionales para el fortalecimiento de la cadena, y un primer escenario del estado actual de la investigación y comercialización de la piña como producto de consumo en fresco e insumo de productos transformados.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@agrosavia.co

TÉLEFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/join/biblioteca.agropecuaria)

www.agrosavia.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta



El campo
es de todos

Minagricultura