

Plan de investigación y desarrollo de la cadena productiva de la **piña** del Valle del Cauca a partir de sus **principales brecha tecnológicas**



Lizette Díaz Ramírez
Matthias Jäger
Jhon Jairo Hurtado



Financian



Apoyan



Organiza



Plan de investigación y desarrollo de la cadena productiva de la **piña** del Valle del Cauca a partir de sus principales brecha tecnológicas



Lizette Díaz Ramírez
Matthias Jäger
Jhon Jairo Hurtado

Financian



Apoyan



Organiza



Plan de investigación y desarrollo de la cadena productiva de la **piña** del Valle del Cauca a partir de sus principales brecha tecnológicas

Lizette Díaz Ramírez
Matthias Jäger
Jhon Jairo Hurtado

Financian



Apoyan



Organiza



Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Díaz Ramírez, Lizette

Plan de investigación y desarrollo de la cadena productiva de la piña en el Valle del Cauca a partir de sus principales brechas tecnológicas / Lizette Díaz Ramírez, Matthias Jäger, Jhon Jairo Hurtado. — Primera edición. — Bogotá : Editorial Universidad Nacional de Colombia ; Palmira : Universidad Nacional de Colombia. Proyecto Incremento de la Competitividad Sostenible, 2021.

64 páginas : ilustraciones (principalmente a color), diagramas, fotografías

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-794-590-4 (rústica). — ISBN 978-958-794-591-1 (e-book)

1. Cadenas de valor agrícolas 2. Piña – Producción — Valle del Cauca — Colombia 3. Ananás comosus 4. Investigación agrícola para el desarrollo 5. Desarrollo de la comunidad I. Jäger, Matthias II. Hurtado, Jhon Jairo, 1988- III. Título

CDD-23 338.174774 / 2021

© Universidad Nacional de Colombia

© Proyecto Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, occidente

Primera edición, agosto del 2021

ISBN impreso: 978-958-794-590-4

ISBN digital: 978-958-794-591-1

Preparación editorial

Editorial Universidad Nacional de Colombia

Av. El Dorado # 44A-40

Hemeroteca Nacional Universitaria

Bogotá D.C., Colombia

(+57 1) 316 5000 Ext. 20040

direditorial@unal.edu.co

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Sede Principal y Oficina Regional para América

Latina y el Caribe

Km 17 Recta Cali-Palmira. C. P. 763537

A. A. 6713, Cali, Colombia

Teléfono: +57 2 4450000

Punto focal: Jhon Jairo Hurtado

Correo electrónico: j.hurtado@cgiar.org

Página web: www.ciat.cgiar.org

Coordinación editorial

Angélica María Olaya Murillo

Corrección de estilo

Hernán Rojas

Diseño de la colección

Andrea Kratzer

Diseño de cubierta

Juan Carlos Villamil N.

Diagramación

Martha Echeverry

Este documento hace parte de una serie de volúmenes estratégicos desarrollados en el marco de proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, occidente”, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y coordinado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

Fotografías de cubierta Pedro José Arango Dussan

Viñeta de cubierta diseñada por ikatod / rawpixel / Freepik, tomada de: www.freepik.es

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual

CC BY-NC-SA

AGRADECIMIENTOS

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) agradece a los productores, procesadores, comercializadores, profesionales representantes de las entidades de apoyo e instituciones de investigación y demás actores vinculados a la cadena productiva de la piña en el Valle del Cauca; por su disposición para conjugar, en un solo lenguaje, las brechas tecnológicas de la cadena y determinar aquellas que pueden ser abordadas, a través de investigaciones, por las instituciones académicas y los centros de investigación de la región; en especial, los vinculados al proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, occidente”.

De forma especial, expresamos nuestra gratitud con la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por habernos permitido liderar este proceso participativo que concluye con una hoja de ruta o guía temática para los investigadores interesados en esta línea productiva. Expresamos nuestra gratitud también con la Gobernación del Valle del Cauca y el Sistema General de Regalías como financiadores del proyecto. Así mismo, agradecemos a los integrantes del Comité Departamental de la piña y a los profesionales de la Secretaría de Ambiente, Agricultura y Pesca del Valle del Cauca, de la Universidad del Valle, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), de la Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol), del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y del Parque Biopacífico, por su constante compromiso y por la contribución con sus saberes, conocimientos y experiencias.

Por último, extendemos un especial agradecimiento individual a:

Alberto Díaz, Alejandro Fernández, Alfredo Ayala, Carlos Vélez y Claudia Ochoa (Univalle)

Ana Milena Caicedo, Celina Torres (Asesoras técnicas del proyecto)

Adriana Terreros (ICA)

Alejandra Gálvez, Erika Mosquera, Juan Fernando Gutiérrez y Natalia Gutiérrez (Ciat)

Alejandro Rincón, Álvaro Muñoz y Rubiela González Rodríguez (Secretaría de Ambiente, Agricultura y Pesca del Valle del Cauca)

Anny Armitage, Jairo Gómez y Gustavo Vélez (DML Produce)

Edwin Giraldo y Leyre Vera (Parque Biopacífico)

Héctor Fabián Orozco (Agrosavia)

Herney Darío Vásquez, Raúl Saavedra y Florencia Satizabal (Unal)

Luis Miguel Cabal (C. I. Elixir)

Marlon Sánchez (Pidelpa)

CONTENIDO

1.	Introducción	11
2.	Objetivos	12
2.1.	Objetivo general	12
2.2.	Objetivos específicos	12
3.	Metodología	12
3.1.	Fase 1: brechas tecnológicas	12
3.2.	Fase 2: tendencias de investigación	14
3.3.	Fase 3: plan de acción	15
4.	Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña	16
5.	Tendencias de investigación	22
5.1.	Principales temas de investigación a nivel internacional	22
5.2.	Brechas entre la investigación y las necesidades de la cadena de la piña en el Valle del Cauca	31
6.	Plan de investigación	36
6.1.	Plan de acción	39
6.2.	Priorización de propuestas de investigación	44
6.3.	Articulación con el plan estratégico de la cadena regional	47
6.4.	Capacidad departamental de investigación y desarrollo tecnológico para el sector agrícola	48
6.4.1.	Promoción de la investigación agrícola y agroindustrial en el Valle del Cauca	48
6.4.2.	Grupos de investigación regionales	50
7.	Conclusiones	56
	Anexo Talleres con actores de la cadena	59
	Glosario	60
	Referencias	61

1. INTRODUCCIÓN

Para impulsar la economía agraria se requieren, entre otros aspectos, acciones dirigidas al mejoramiento de la competitividad del sector agrícola, frente a los constantes cambios sociales, tecnológicos y del mercado. Por esta razón, es necesaria la articulación de todos y cada uno de los agentes involucrados en la producción, transformación y comercialización de los diversos productos del agro, al igual que de las entidades que en su objeto social contemplan la responsabilidad de contribuir al desarrollo sectorial. Dentro de estas últimas, se encuentran las instituciones científicas y la academia como miembros activos de la sociedad al generar conocimientos que se esperan impacten positivamente en las cadenas productivas.

Al respecto, en el marco del proyecto de investigación “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, occidente”, coordinado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) —durante los años 2017 y 2019— se priorizó el fortalecimiento de 3 cadenas productivas del subsector frutícola, con potencial para generar ingresos e impactos en la población rural de las laderas del Valle del Cauca, al responder, a su vez, a los planes de desarrollo sectorial y a las apuestas productivas departamentales.

Para esta labor, la Universidad delegó al Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) la construcción de planes de investigación y desarrollo para las cadenas de aguacate, piña y mora. Así, en estos documentos, se definen temas de investigación que dan respuesta a las demandas tecnológicas de las agro cadenas, con el fin de ser atendidas en el corto plazo por los operadores del proyecto (la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad del Valle y Ciat), y en el mediano o largo plazo por estas u otras entidades gestoras de conocimiento.

La estructuración de los planes de investigación y desarrollo inició con la identificación de las brechas tecnológicas de las cadenas nombradas, con el objeto de proponer alternativas de investigación, que estuvieran alineadas a los principales requerimientos de los actores de cada eslabón de las mismas. Para lograrlo, fue necesario revisar la información secundaria disponible y trabajar de la mano de expertos y actores de las cadenas, en diversos ejercicios que permitieron priorizar las brechas tecnológicas de mayor premura en su atención.

Así, el cuerpo de este documento, enfocado solamente en la cadena de la piña, incluye una descripción metodológica del proceso constructivo, la síntesis de las brechas tecnológicas graficadas en un árbol de problemas, una descripción breve de las tendencias de investigación a nivel internacional (con base en las principales bases de datos de publicaciones científicas dispuestas en Internet), la priorización de las demandas de investigación primordiales por parte de los actores de la cadena, un plan de acción para la ejecución de las alternativas planteadas, la descripción de la capacidad departamental en materia de investigación al servicio del sector agrícola, y las conclusiones derivadas del ejercicio.

Este plan de investigación y desarrollo hace referencia a las necesidades específicas de la cadena de la piña en el Valle del Cauca, y tiene la finalidad de constituirse como una herramienta de consulta, que otorgue elementos para la toma de decisiones a los interesados en ejercer procesos de investigación y desarrollo a nivel regional. Es preciso resaltar que, además de los productores, transformadores y comercializadores de piña, la construcción de este documento fue posible gracias a la participación de profesionales de entidades como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad del Valle, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), la Asociación Hortofrutícola de Colombia (Asohofrucol), la Secretaría de Ambiente, Agricultura y Pesca del departamento, y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entre otros.

Por último, es necesario aclarar que este documento hace parte de una serie de entregas para el proyecto referido. En este sentido, la información que fundamenta este instrumento, tal como el estado del arte de la cadena productiva y la descripción detallada de sus brechas tecnológicas, puede ser consultada en el documento de autoría de Ciat (2018) denominado *Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña del Valle del Cauca*.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Elaborar un plan de investigación y desarrollo para la cadena de la piña en el Valle del Cauca, basado en las brechas tecnológicas de la misma.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar alternativas de investigación que busquen subsanar las brechas tecnológicas de la cadena de la piña en el Valle del Cauca.
- Definir las propuestas de investigación apropiadas para el alcance del proyecto.

3. METODOLOGÍA

La construcción del plan de investigación y desarrollo obedece a 3 grandes fases, las cuales contienen una serie de actividades que confluyen en los resultados presentados en este documento (ver figura 1). A continuación, se describe esta metodología de trabajo:

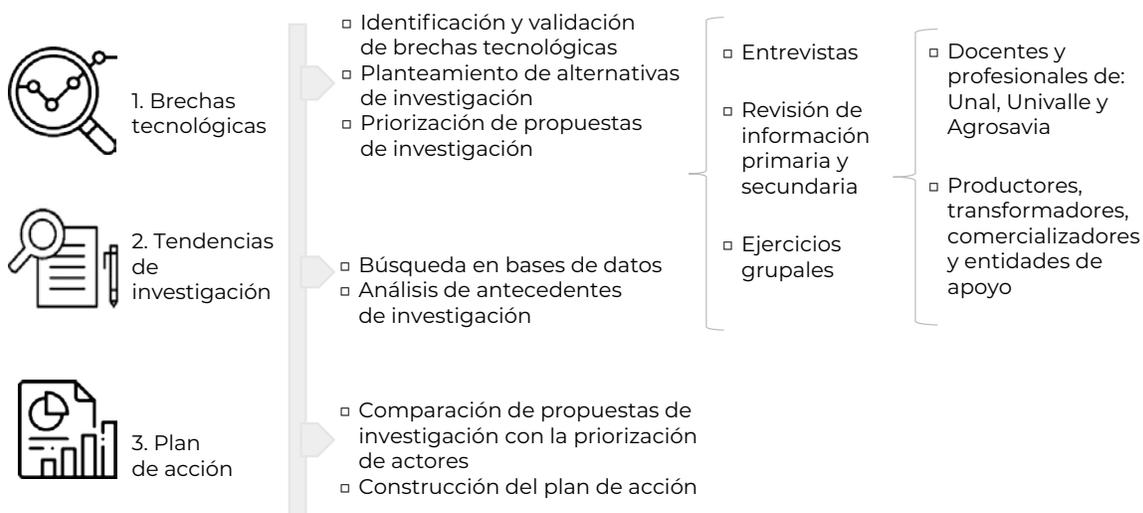


Figura 1. Metodología para la estructuración del plan de investigación y desarrollo

Fuente: elaboración propia.

3.1. Fase 1: brechas tecnológicas

A mediados del 2017 y durante el 2018, a través de visitas a las zonas de producción, entrevistas semiestructuradas y actividades grupales con diferentes actores de la cadena de la piña, se logró la identificación de brechas tecnológicas y no tecnológicas¹. A partir de estas problemáticas, se categorizó cada eslabón y se priorizaron las brechas que podrían ser atendidas a través de la investigación (es decir, las de tipo tecnológico).

1 La descripción detallada de las brechas de la cadena de la piña se encuentra contenida en el documento titulado *Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña del Valle del Cauca y descripción del estado del arte* (Ciat, 2018). Los talleres grupales se encuentran documentados en memorias.



Durante jornadas de trabajo² con profesionales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira; la Universidad del Valle y Agrosavia, se analizaron las brechas de la cadena y se plantearon posibles alternativas de investigación. Para el desarrollo de la actividad, se diseñó una *Guía para la evaluación de alternativas de investigación*, la cual contenía los parámetros de valoración de las propuestas de investigación resultantes del ejercicio. Así, de manera grupal, se evaluó la pertinencia técnica de las mismas (en una escala de 1 a 3); para ello, se consideraron los siguientes factores: 1) investigaciones previas, 2) viabilidad de adopción, 3) tiempo para lograr impacto, 4) capacidad de respuesta institucional, 5) impacto social, 6) impacto ambiental, y 7) impacto económico (ver tabla 1).

Como resultado, se obtuvo un listado de posibles temas de estudio de los cuales se priorizaron, de forma participativa, aquellos que podrían ser atendidos en el marco del proyecto. Con el propósito de complementar el ejercicio, se llevó a cabo una jornada de trabajo³ para socializar los resultados obtenidos con los demás integrantes de la cadena y evaluar, desde su perspectiva, las soluciones o estudios que generarían mayor impacto en la misma.

Por último, se realizó un ejercicio de comparación entre las alternativas de investigación definidas por los expertos —y las destacadas por los demás actores de la cadena— con el fin de identificar aquellas que bajo las 2 perspectivas demandan mayor atención.

Tabla 1. Factores de evaluación de las alternativas de investigación

Factor	Descripción del factor
Investigaciones previas	Hace referencia a los resultados de investigaciones previas (entre los años 2000 y 2017), reportados a través de publicaciones científicas que se pueden ubicar en los repositorios de universidades y centros de investigación de la región ⁴ .
Viabilidad de adopción	Se refiere a la viabilidad técnica y económica para la implementación de los resultados de cada investigación por parte de los actores de la cadena productiva.
Tiempo para lograr impacto	Factor determinado con el fin de evaluar el tiempo requerido para la generación de impactos a corto, mediano o largo plazo con los resultados de cada investigación.
Capacidad de respuesta institucional	Se relaciona con la capacidad técnica y económica de todas y cada una de las entidades que llevan a cabo procesos de investigación, según la experiencia institucional, el equipo de trabajo, acceso a laboratorios, las investigaciones relacionadas, entre otros.
Impacto social	Se refiere a la incidencia, o efectos sociales —positivos o negativos—, que el desarrollo o implementación de los resultados de la investigación pueda tener en la comunidad actoral. Para evaluarlo, se consideran aspectos como la calidad de vida, el desarrollo comunitario, la igualdad de oportunidades, el impacto en minorías —al igual que en las poblaciones vulnerables— y la distribución justa de los beneficios.
Impacto ambiental	Se asocia con los efectos ambientales —positivos o negativos— del desarrollo o implementación de los resultados de cada investigación, al tener en cuenta aspectos como el manejo sostenible de recursos, la protección del medioambiente y la preservación o restauración de hábitats.
Impacto económico	Hace referencia a los efectos del desarrollo o implementación de resultados de cada investigación en la economía de los actores de la cadena productiva del departamento, al considerar la reducción de costos de operación, la relación costo-beneficio, el mejoramiento de la productividad, la generación de empleos y el impulso de la competitividad.

Fuente: elaboración propia.

2 Talleres de evaluación de alternativas de investigación para las cadenas de aguacate, mora y piña del Valle del Cauca llevados a cabo en las instalaciones de Ciat entre el 02 de abril de 2018 y el 16 de abril de 2018.

3 Taller de validación del plan de investigación a partir de las brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña, llevado a cabo en las instalaciones de Ciat el 22 de junio de 2018.

4 Al momento del ejercicio (llevado a cabo el 2 de abril de 2018) se encontraron 358 publicaciones científicas relacionadas con la piña, luego de consultar el Sinab (Universidad Nacional de Colombia) y otros catálogos de consulta virtual (p. ej., Agrosavia, Universidad de Antioquia, Universidad de Ibagué, Uniquindío, Universidad de Manizales, Universidad de Nariño, Unicauca, Eafit, Universidad Tecnológica de Pereira y Universidad del Valle).



3.2. Fase 2: tendencias de investigación

Para el desarrollo de esta etapa, se realizó una búsqueda de investigaciones previas⁵, disponibles en bases de datos de reconocimiento científico a nivel nacional e internacional (ver tabla 2). Como resultado, se logró compilar un listado de publicaciones científicas (principalmente artículos) divulgadas en Internet desde el año 2000 hasta mediados del 2018.

Tabla 2. Bases de datos de publicaciones científicas consultadas para la revisión de tendencias de investigación

Base de datos	Descripción
Scopus	Base de datos bibliográfica actualizada de forma permanente. Incluye citas de artículos de revistas científicas en áreas de ciencia, tecnología, medicina y ciencias sociales.
Web of Science (WOS)	Plataforma de búsqueda en línea. Contiene acceso a un conjunto de bases de datos de información bibliográfica y recursos de análisis de información.
Scielo	<i>Scientific Electronic Library Online</i> , o Biblioteca Científica Electrónica en Línea, es una biblioteca electrónica que permite consultar referencias de artículos de revistas científicas de América Latina y el Caribe.
Redalyc	La Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe permite acceder a artículos científicos de revistas iberoamericanas.
BAC	La Biblioteca Agropecuaria de Colombia recopila información producida por Agrosavia y otras entidades de investigación que hacen parte del sector agropecuario en el país.
Sinab	El repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia, denominado Sistema Nacional de Bibliotecas, contiene servicios digitales de información y recopila documentos científicos de diferentes áreas.

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de efectuar una comparación del contenido de cada una de las bases de datos enunciadas, el proceso requirió hacer uso de herramientas de gestión bibliográfica como Mendeley y JafRef. Para la descripción de la investigación básica generada, a nivel internacional, se construyó una base de datos que acopia la información extraída de las fuentes consultadas.

Para finalizar esta fase, se definieron algunas categorías y subcategorías para la clasificación de las publicaciones encontradas. En este aspecto, es importante enunciar que los temas definidos se ajustan a terminologías aceptadas por *tesauros* de reconocimiento en el campo académico (ver tabla 3). Así, se listaron y agruparon las publicaciones según las *palabras claves* que habían definido los autores de las mismas, o de lo expresado en cada *abstract* (resumen). Después de cuantificar para cada año el número de documentos referidos, se procedió a destacar, enunciar y graficar las tendencias de investigación⁶.

Tabla 3. Categorización de temas de investigación

Categoría	Subcategoría	Tesoro (en el que se ubica el término)
Recursos genéticos	Genética vegetal	Usda, Unesco y Tesoro Agropecuario Colombiano
	Propagación vegetativa	Agrovoc y Usda

5 Esta actividad permitió complementar la información consolidada hasta el 2 de abril de 2018, dado que se amplió el marco de la búsqueda al contexto internacional. Palabras claves buscadas: *Ananas comosus*, *pineapple* y *piña*.

6 Para efectos de análisis de tendencias de crecimiento anual, no se tomaron los datos del año 2018 porque no reflejan la totalidad de las publicaciones generadas durante el periodo (hasta mediados del año). En algunos casos, fue necesario descartar el año 2000 como punto de partida por presentar datos aislados.



Categoría	Subcategoría	Tesoro (en el que se ubica el término)
Producción	Características agronómicas	Agrovoc
	Caracterización de la producción	Tesouro Agropecuario Colombiano
	Fisiología vegetal	Usda y Tesouro Agropecuario Colombiano
	Manejo de cultivos	Usda
	Medioambiente	Agrovoc
	Morfología de las plantas	Usda
	Nutrición de las plantas	Agrovoc, Usda, Unesco y Tesouro Agropecuario Colombiano
	Plagas	Agrovoc, Usda y Unesco
	Enfermedades de las plantas	Tesouro Agropecuario Colombiano
	Zonificación	Agrovoc y Usda
Poscosecha y transformación	Agroindustria	Unesco
	Tratamiento poscosecha	Usda
Comercialización	Mercado agrícola	Unesco
Impacto económico y competitividad	Competitividad	Tesouro Isoc de Economía
	Impacto económico	Usda
Ciencias de la salud humana y animal	Medicina veterinaria	Agrovoc y Usda
	Medicina experimental	Tesouro de la biblioteca hispánica Aecid
	Salud nutricional	Minsalud
Química	Bromelaínas	Usda
	Fibras naturales	Usda
	Química agrícola	Unesco
	Química	Unesco

Fuente: elaboración propia.

3.3. Fase 3: plan de acción

En esta etapa se realizaron 2 actividades: la primera consistió en un ejercicio de comparación entre lo que los expertos habían considerado como investigaciones viables y los estudios considerados de importancia de acuerdo con los actores de la cadena, con el objetivo de mejorar su competitividad. Esto permitió conocer las alternativas de investigación que requieren mayor atención por parte de la academia y de los centros de investigación.

Para la segunda actividad se propusieron algunas entidades que podrían asumir el compromiso de llevar a cabo cada una de las investigaciones planteadas, se estimaron periodos de tiempo para su desarrollo, y demás aspectos requeridos durante la fase investigativa. Esto fue realizado de manera conjunta con los actores, entre los que se incluyeron representantes de las instituciones de investigación con presencia en el departamento.

Es preciso aclarar que, aunque el planteamiento del presente plan de investigación y desarrollo da respuesta a los objetivos de un proyecto —y se destacan los aportes que pueden llevarse a cabo a través del mismo— se ha estructurado de tal forma que traza una ruta para seguir en aspectos de investigación a corto, mediano y largo plazo.



Taller de evaluación de alternativas de investigación para las cadenas de aguacate, mora y piña del Valle del Cauca

Ciat - 16/04/2018.

Participantes: investigadores de Agrosavia, Ciat, Unal y Univalle.

4. BRECHAS TECNOLÓGICAS DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PIÑA

En el Valle del Cauca, el crecimiento económico y social del sector primario es parte de los propósitos de las organizaciones públicas y privadas que, en su quehacer misional, se encuentran comprometidas con el desarrollo de una región de tradición agropecuaria. En este contexto, es necesario evaluar de forma permanente las brechas en los niveles de competitividad y rentabilidad de los renglones productivos que conforman la oferta agrícola y pecuaria del departamento. Así, para evitar el debilitamiento del sector, es necesario el consenso de todos los actores de cada cadena productiva e involucrar a los demás sectores de la economía.

En este sentido, el progreso del engranaje económico regional —que se sustenta en la producción y comercialización de productos agropecuarios— necesita del planteamiento y de la ejecución de acciones que, en el corto, mediano y largo plazo, converjan en el cierre de brechas. De este modo, será posible acortar la distancia que existe, en el departamento y en el país, entre el modelo productivo actual y un modelo ideal en el que se distribuya equitativamente el valor agregado a lo largo de la cadena, al tiempo que se alcancen los requerimientos de competencia exigidos por el mercado.

En este ámbito, con el fin de solucionar las diferencias de crecimiento y desarrollo, se requiere, además de la intervención del Estado, una acción mancomunada en la que los actores identifiquen y analicen los factores principales que afectan la productividad y la sostenibilidad de la cadena productiva, para proponer estrategias que busquen su fortalecimiento y desarrollo.



Parte de las brechas que puedan encontrarse en cualquier cadena productiva pueden resolverse a través de la formulación y posterior ejecución de investigaciones. De ahí la importancia de las universidades y centros de investigación para fundamentar y desarrollar estudios nacientes a partir de las necesidades reales de la sociedad, lo cual dará lugar a la generación de avances tecnológicos e innovaciones que trasciendan la elaboración de documentos y se materialicen en la realidad socioeconómica.

Según la información del estudio realizado por Ciat (2018) de la mano de los actores de la cadena de la piña en el Valle del Cauca, las principales brechas de tipo tecnológico que afectan de forma crítica el desempeño de la misma hacen referencia a los siguientes aspectos (ver figura 2):

- **Manejo inadecuado de la semilla en zonas de ladera**

La brecha es notoria en el establecimiento del cultivo realizado por los pequeños agricultores de las laderas del departamento, quienes, por lo general, recurren a seleccionar el material vegetal de propagación de sus lotes o de unidades productivas cercanas sin tener en cuenta criterios técnicos que garanticen la calidad de la semilla.

Este hecho, que al parecer representa un ahorro para el productor en términos de costos de producción, sumado al inadecuado tratamiento de la semilla, incrementa la manifestación de fenómenos como la corona múltiple y la fasciación o crestación de la misma y afecta considerablemente la calidad comercial de la fruta.

- **Establecimiento del cultivo en zonas no aptas**

Debido a que la floración natural de la piña MD-2 —acción que ocasiona una desincronización de las cosechas— se encuentra relacionada con diversos aspectos, entre estos la altitud y la temperatura, su manejo resulta ser más complejo cuando el cultivo se establece en zonas de baja aptitud para su desarrollo. Lo anterior afecta la formación de frutos comercializables, reduce de forma significativa los rendimientos de producción y genera un impacto negativo en la economía de los piñicultores del departamento, al no poder planificar las cosechas.

- **La producción de piña MD-2 en las condiciones edafoclimáticas de la región se encuentra en periodo de aprendizaje y sistematización**

Al igual que en el ámbito internacional, las tendencias de los consumidores han ocasionado que sea cada vez más frecuente la presencia de la piña MD-2 en los mercados nacionales. En el caso específico del Valle del Cauca, esto ha llevado a los agricultores —que por tradición habían cultivado piña de la variedad manzana— a establecer lotes con el nuevo híbrido. Por esta razón, los agricultores, desde el más pequeño hasta el más grande, se han visto inmersos en un proceso de continuo aprendizaje, dada la diferencia del comportamiento del cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas del departamento, tanto en las zonas planas como en las de laderas. Así, la estructuración de un paquete tecnológico para el cultivo es aún un proceso de continua retroalimentación.

- **Desconocimiento de las causas que ocasionan la malformación denominada *cintura* en las zonas productoras del departamento**

De acuerdo con los productores y comercializadores de piña, una malformación conocida coloquialmente como *cintura*, que se expresa en el no desarrollo de algunos frutillos, afecta la apariencia de la fruta. Si bien el fenómeno no ocasiona daños organolépticos, descarta un porcentaje de la piña comercializable en el exterior. Esta brecha demanda investigación, dado que los agricultores expresan desconocer los antecedentes de la problemática, así como las zonas productivas donde es más



común su manifestación. Según esto, se desconocen las características climáticas, geográficas o de manejo que la ocasionan en el departamento o en el país.

- **Desconocimiento en la determinación de grados de translucidez de acuerdo con la madurez fisiológica, asociado con las prácticas de fertilización y riego**

Los requisitos del mercado para la exportación de fruta son bastante exigentes e incluyen, entre otros, el índice de madurez o translucidez, el cual se relaciona con la apariencia de la fruta, es decir, con la coloración interna y el contenido de humedad. Para determinarlo, los comercializadores realizan un proceso de selección en las plantas de empaque y descartan algunas unidades que, al igual que las piñas retiradas por la deformación de cintura, deben destinarse al mercado interno al superar los índices aceptables de humedad para su exportación.

- **Desconocimiento de parámetros fisiológicos para determinar el momento de aplicación de reguladores artificiales o inductores de floración, y de los efectos de su uso inadecuado**

Con el propósito de no perder oportunidades comerciales cuando la oferta de la piña supera a la demanda, algunos agricultores recurren a los reguladores artificiales o inductores de floración que liberan etileno, con el fin de cambiar el color verde de la cáscara para que tenga la apariencia de una fruta madura. Sin embargo, durante el proceso, el productor no suele tener en cuenta las especificaciones de aplicación, ni los tiempos que debe esperar para la recolección de la piña. Esto afecta la calidad organoléptica de la fruta que se comercializa a nivel nacional y causa importantes pérdidas en el mercado.

Desconocimiento del impacto ambiental del cultivo a causa del uso no controlado de agroquímicos (p. ej., aplicaciones sin considerar los LMR y los periodos de carencia) e insuficiente control de trazas y residualidad en el ámbito nacional

La producción de piña en el Valle del Cauca se lleva a cabo bajo prácticas de agricultura convencional que, al no ser manejadas de forma correcta, ocasionan impactos negativos en el ecosistema, en especial, en las zonas de ladera. En el mismo sentido, los actores perciben poca eficiencia en la gestión ambiental, desconocen la viabilidad técnica y económica de la incorporación de prácticas agronómicas alternativas al uso de agroquímicos y manifiestan una baja o nula respuesta diferencial del mercado nacional entre la producción orgánica, limpia y convencional.

Esta situación se agrava dado que en el mercado nacional no se realizan controles de residualidad y no existen parámetros comerciales que obliguen a los agricultores a hacer uso adecuado de los agroquímicos. A excepción de los productores que dirigen la fruta al mercado internacional y de otros que han logrado entender la importancia de la calidad, estos no otorgan suficiente relevancia a los límites máximos de residuos (LMR) —establecidos en la Resolución 2906 de 2007 del Ministerio de la Protección Social— ni a los periodos de carencia de los agroquímicos. De igual modo, según los actores de la cadena, el nivel de conocimiento y adopción de las buenas prácticas agrícolas (BPA), que incorporan la búsqueda de una agricultura sustentable mediante el manejo integrado de plagas (MIP), no es suficiente para garantizar el desarrollo del cultivo sin que se genere resistencia a ciertas plagas propias de las condiciones tropicales y se vean afectados los recursos naturales.

- **Inadecuadas prácticas de labranza (manejo de drenajes y cultivos a favor de la pendiente)**

En las zonas de ladera del Valle del Cauca, donde es habitual encontrar cultivos de piña en terrenos con pendientes pronunciadas, es común que las siembras se establezcan a favor de la pendiente, es decir, de forma paralela a la inclinación del suelo. Lo anterior repercute en el drenaje del agua, ocasiona una



pérdida sustancial de los suelos a causa de la erosión y afecta la vocación o aptitud agrícola. Esto, según lo manifestado por los pequeños productores, se debe a la facilidad que encuentran para llevar a cabo las labores de mantenimiento del cultivo, por ejemplo, la labranza, la limpieza y la cosecha. Además, se presentan casos en los que se hace uso de coberturas plásticas sin tener cuidado con el manejo de las aguas de escorrentía.

- **Escasa innovación en procesos de agroindustria**

De manera frecuente, los programas de desarrollo agropecuario se centran en la producción primaria y carecen de estrategias que contribuyan al fortalecimiento de los demás agentes de las cadenas productivas. Esta discrepancia, que inclina la balanza hacia el impulso de productos agroalimentarios, afecta la competitividad de la economía sectorial debido a la baja participación de las empresas transformadoras y comercializadoras en la dinámica de las cadenas.

En el caso específico de la piña del Valle del Cauca, un alto porcentaje de la producción es distribuido por los intermediarios hacia diversos mercados (p. ej., centrales de abasto en las ciudades de Cali, Medellín, Bogotá, Pereira y Pasto) para su posterior consumo en fresco, mientras que un porcentaje mínimo es dirigido a la agroindustria y otra pequeña parte es seleccionada para su exportación. De este modo, en los periodos de sobreoferta, son pocas las alternativas de los pequeños productores regionales para buscar un mejor precio.

A partir de lo anterior, se evidencia el valor de la industria en la obtención de productos de consumo o en la elaboración de productos intermedios, lo cual apoyaría otros procesos industriales. Sin embargo, en la actualidad, debido a la poca innovación en los procesos de agregación de valor, se desaprovechan el potencial de la fruta y de sus subproductos en la industria cosmética, alimentaria y farmacéutica.

- **Ineficiencia de la infraestructura vial y portuaria y elevados costos logísticos (p. ej., fletes internos, tiempos de revisión y trámites de exportación) que causan pérdidas comerciales no estimadas**

En cuanto a la comercialización de la piña del Valle del Cauca —destinada al mercado regional, nacional e internacional—, esta resulta ser bastante compleja debido al sin número de obstáculos que deben desafiar los actores de este eslabón de la cadena. A su vez, se desconoce el impacto negativo que estos costos logísticos representan para la economía.

Mientras los comercializadores nacionales se enfrentan a una infraestructura vial deficiente, fletes elevados y precios cada vez más altos en los combustibles, los exportadores afrontan brechas fitosanitarias, de productividad y de calidad y altos costos portuarios (inmersos en el cargue y descargue de contenedores, almacenamiento, tiempos de espera, servicios logísticos de inspección aduanera y fitosanitaria, entre otros). Según los actores de la cadena de la piña, los costos en los que incurre un exportador de frutas, desde el puerto de embarque hasta las bodegas de los importadores, son mucho más altos que los de la competencia en otros países (p. ej., Costa Rica).



Efectos indirectos		Consecuencias/efectos directos					Resultados	Problema principal				
Incremento de pérdidas en campo	Afectación en los costos, planificación y gestión del cultivo	Disminución de fruta con potencial comercial en el exterior, incremento de la oferta a nivel regional y afectación del precio en el mercado interno	Acceso del consumidor a una fruta de mediana calidad	Possible afectación en la salud de los consumidores, la salud animal o vegetal y el equilibrio ambiental								
Disminución de la calidad genética de la semilla de la piña MD-2, manifestada en expresiones indeseables (p. ej., corona múltiple y fasciación)	Floración natural, baja productividad y rendimientos en zonas de ladera	Ausencia de plan nutricional o paquete tecnológico diferencial (entre zonas planas y de Ladera) para el cultivo de piña MD-2	Alto porcentaje de la malformación denominada "cintura en la piña"	Obtención de frutas con translucidez, susceptibles a daños mecánicos	Afectación de la calidad organoléptica del fruto y posibilidad de encontrar trazas de hormonas (de Etrhel) en la cáscara	Possible presencia de residuos de plaguicidas en el medioambiente y en los frutos al momento de la cosecha	Degradación del medioambiente durante el desarrollo del cultivo y generación de resistencia a plagas y enfermedades	Erosión y afectación de la aptitud agrícola del suelo	Desaprovechamiento del potencial uso de la piña en la industria, cosmética, alimentaria y farmacéutica	Se desconoce el impacto negativo de la ineficiencia logística en el flujo económico resultante del comercio interno y externo de la fruta	Poca participación de la cadena regional en el producto interno bruto departamental y nacional	<p>La competitividad de la cadena de la piña MD-2 del Valle del Cauca está afectada en términos productivos debido a la inexperiencia con el cultivo y la afectación del medioambiente a nivel agroindustrial a causa de la escasa innovación y, en el eslabón comercial, por la calidad del producto y los elevados costos logísticos.</p>
Obtención de frutas con bajos o medianos estándares de calidad, afectación de los niveles de producción y rendimiento del cultivo	Alteración del ecosistema en las zonas de producción	Obtención de frutas con bajos o medianos estándares de calidad, afectación de los niveles de producción y rendimiento del cultivo										



5. TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

Según Web of Science (WOS) y Scopus —plataformas referentes por el alcance y la calidad de su contenido tecnológico en diversas disciplinas del conocimiento—, el país donde más se producen investigaciones con relación a la piña (*Ananas comosus*)⁷ es Brasil. Este país aporta, al menos, el 30 % de las publicaciones realizadas durante el periodo del 2000 al 2018. Según estas bases de datos, otros países destacados por la generación de conocimiento relacionado con la fruta son Estados Unidos, India, Malasia, China y Tailandia, resultados que se relacionan con la producción mundial de piña.

Según Faostat (2018), en el año 2017, Brasil se ubicó como el tercer país productor (al aportar el 7,63 % de la producción global), antecedido por Costa Rica (líder de las exportaciones) y Filipinas, y seguido por Tailandia, India e Indonesia. En cuanto a este aspecto, es importante destacar que, según Dossa y Fuchs (2017), Brasil destina gran parte de su producción al consumo interno (más del 90 %). La variedad perla es la de mayor representatividad en términos de producción (88 %), seguida de la *Smooth Cayenne* (12 %). Estas variedades tienen baja demanda a nivel internacional, razón por la cual este país no es un referente exportador. Por otra parte, aunque Costa Rica ha logrado imponerse en el mercado internacional con la oferta de la variedad MD-2, se ubica en el puesto 18 de los países que reportan investigaciones relacionadas con la piña.

Según WOS, las publicaciones originarias de Colombia ubican al país en el lugar 26 en la lista de producción de conocimientos, organizada de acuerdo con su origen geográfico, aspecto que soporta la relevancia de la investigación y la necesidad de articular la cadena productiva de la piña con la gestión del conocimiento y la academia.

5.1. Principales temas de investigación a nivel internacional

Las fuentes de información consultadas (ver tabla 2) evidencian la existencia de, al menos, 2253 archivos⁸, publicados desde el año 2000 y hasta mediados del 2018. Se encontraron, en particular, artículos (además de registros de conferencias, ensayos, informes, libros, reportes, trabajos de grado y otros recursos electrónicos) con resultados de investigaciones basadas en la piña a nivel mundial. En términos generales, se observa una tendencia progresiva hacia la generación de publicaciones con una tasa de crecimiento promedio anual del 15 %, entre los años 2001 y 2017. Dentro de este periodo, en el año 2011 se generó el mayor número de publicaciones científicas (ver figura 3).

En primer lugar, bajo la categoría denominada *química*, se encontraron 607 textos científicos que comunican resultados fundamentados en las propiedades y compuestos de la fruta o que resaltan palabras claves como bromelaínas y fibras naturales. Esta categoría representa el 27 % del total de investigaciones referidas en las bases de datos consultadas, al ubicar las temáticas de mayor interés para la comunidad científica.

En segundo lugar, en la categoría de *producción* se clasificaron 591 publicaciones (es decir, el 26 % del consolidado). En estas, se resalta la importancia que los investigadores han otorgado al estudio del comportamiento, control y monitoreo de las plagas y enfermedades que afectan el cultivo y a la descripción y evaluación de las prácticas de manejo del mismo, bajo diversas técnicas de producción. En tercer lugar, en la categoría de *poscosecha y transformación* fue posible ubicar 524 escritos (23 % del total).

7 Nombre válido según Itis (2015): *Ananas comosus* (L.) Merr.

8 El resultado hace referencia a las bases de datos consultadas, razón por la cual es probable que existan más documentos que clasifiquen en el marco de los criterios de búsqueda. Debido a la heterogeneidad de las bases de datos consultadas, no fue posible clasificar las investigaciones por origen geográfico (país), solo en la base WOS se logró identificar el posicionamiento de Colombia según la producción de conocimientos.

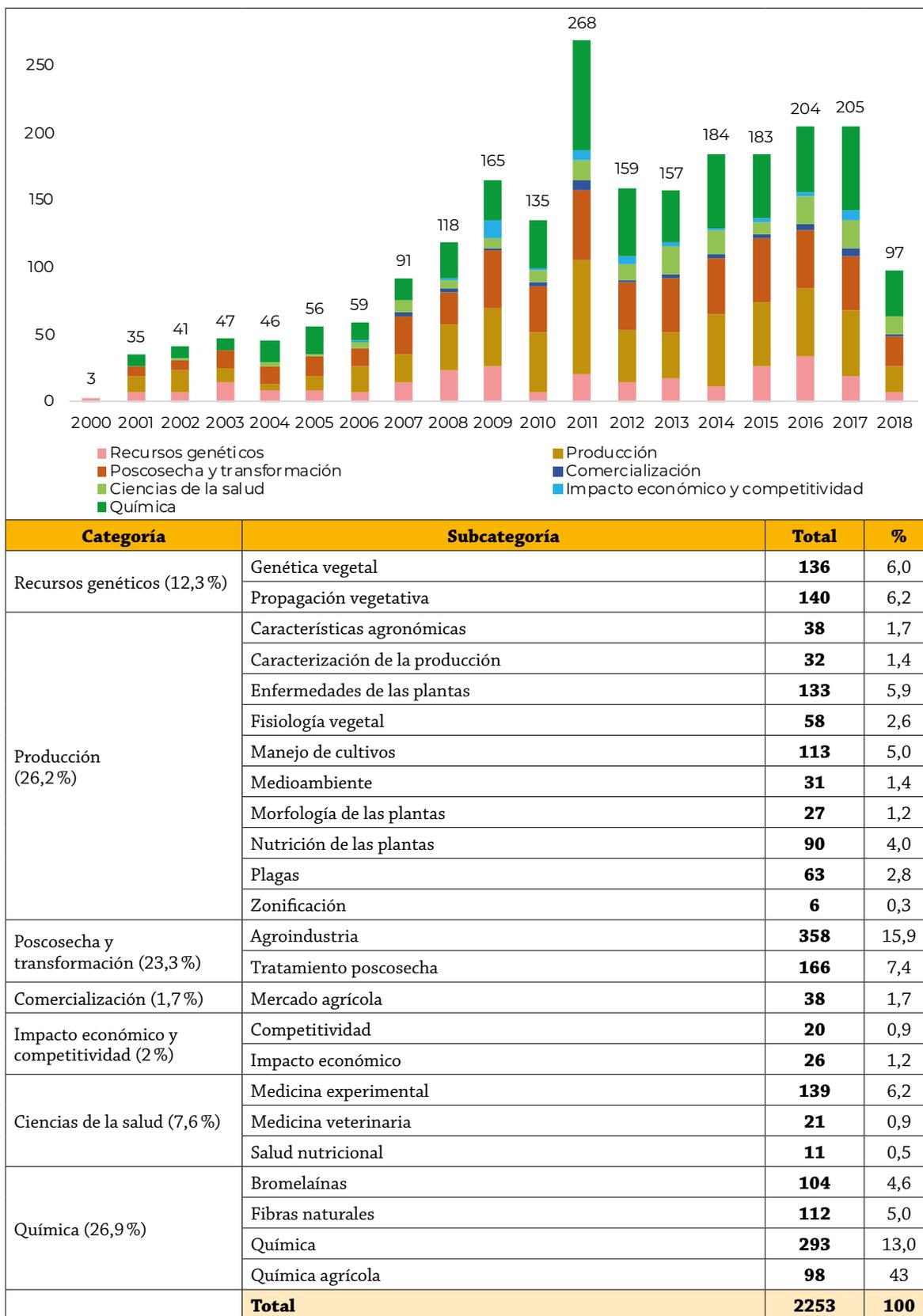


Figura 3. Publicaciones científicas sobre la piña, desde el comienzo del año 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.



En la categoría de *recursos genéticos* se agruparon 276 documentos (12,3 % del total) y en la de *ciencias de la salud* se localizaron 171 publicaciones (7,6 %). Por último, los temas menos abordados por los investigadores a nivel global se vinculan al área de *mercados*, al estudio de la *competitividad* de la cadena productiva y a su *impacto social y económico*.

A partir de lo descrito, fue posible consolidar un panorama con las tendencias de investigación y la cantidad de información disponible para la generación de nuevos conocimientos. A continuación, según las categorías y subcategorías definidas en la tabla 3 y los resultados mostrados en la figura 3, se listan los temas de investigación más abordados durante los últimos 20 años:

- **Categoría: recursos genéticos**

En términos cuantitativos, las investigaciones relacionadas con esta categoría crecieron a razón de un 39% en promedio anual a partir del año 2000 y hasta el 2017. En este periodo, los años 2015 y 2016 fueron los más representativos en cuanto a la generación de nuevos conocimientos. Hasta el mes de mayo del 2018, el número de publicaciones era equivalente a la totalidad de documentos generados en el año 2010 (ver figura 4).

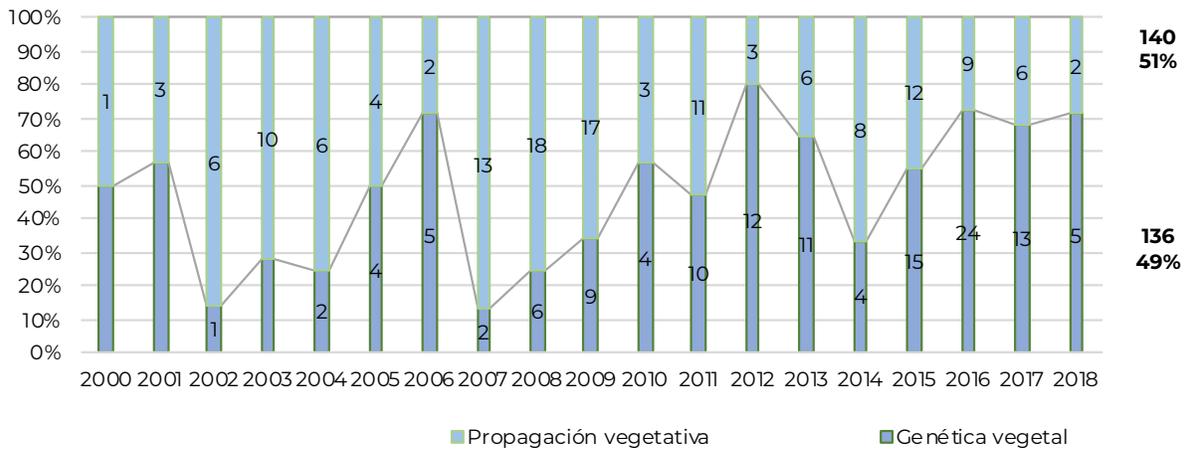


Figura 4. Publicaciones en recursos genéticos, desde el comienzo del año 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

En la subcategoría de *genética vegetal*, las 136 publicaciones científicas reportadas a nivel internacional presentan una tendencia hacia el abordaje de los siguientes temas: análisis del genoma de la piña, caracterización y diversidad genética, conservación del material vegetal, influencia de los factores genéticos en el desarrollo de la planta, análisis genético de las plantas transgénicas, relaciones genéticas presentes en los híbridos y evaluación de modificaciones o mejoramientos genéticos.

En la clasificación de *propagación vegetativa*, las 140 investigaciones se centralizan en aspectos relacionados con la multiplicación (y enraizamiento) *in vitro*, la conservación del germoplasma, la micropropagación clonal y el manejo de plántulas.



• **Categoría: producción**

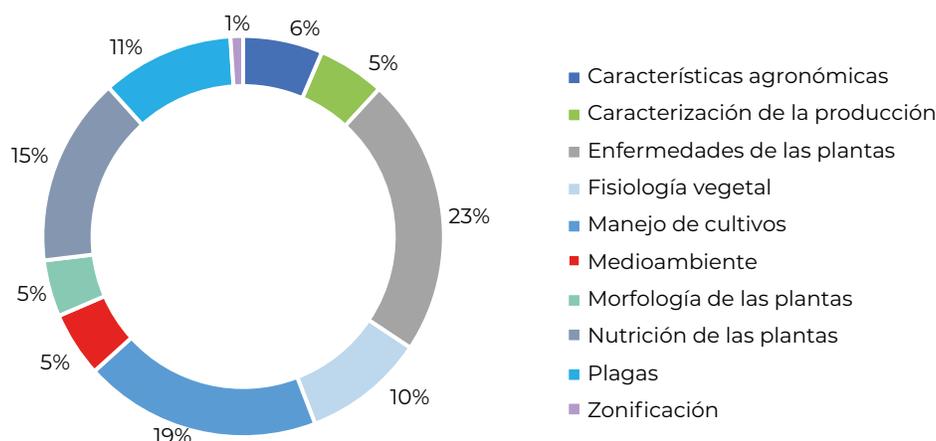


Figura 5. Publicaciones en temas productivos desde el comienzo del año 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

En materia de agricultura, los 591 documentos referidos entre el año 2000 y hasta mediados del 2018 presentaron las siguientes particularidades por cada subcategoría:

- La subcategoría denominada *plagas* agrupa el 11% de las publicaciones encontradas en materia de producción de piña. Entre los insectos-plaga referidos están los siguientes: 1) la cochinilla de la piña *Dysmicoccus brevipes*⁹ (Hemiptera: Pseudococcidae), 2) la hormiga *Pheidole megacephala*¹⁰ (Hymenoptera: Formicidae), 3) la mosca *Melanoloma viatrix*¹¹ (Diptera: Richardiidae), 4) la larva *Strymon megarus*¹² (Lepidoptera: Lycaenidae) —también conocida como barrenador de fruto— y 5) algunos *Coleópteros* de la especie *Metamasius*, como el picudo de la piña *M. dimidiatipennis* y el gorgojo *M. callizona*¹³, además de diversas especies de artrópodos. Así mismo, se refirieron nematodos como *Rotylenchulus reniformis*¹⁴ (Nematoda: Rotylenchulinae) y otros del género *Meloidogyne* (p. ej., *M. arenaria*¹⁵, *M. enterolobii*¹⁶, *M. incognita*¹⁷ y *M. javanica*).

En cuanto a la subcategoría *enfermedades de las plantas*¹⁸, esta representa el 23% de las publicaciones que refieren al eslabón de producción. Entre las más estudiadas, según las bases de datos consultadas, están la pudrición negra asociada a especies como *Chalara paradoxa*

9 Nombre aceptado según Itis (2015): *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893).

10 Nombre aceptado según Itis (2015): *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793).

11 Nombre aceptado según Itis (2015): *Melanoloma viatrix* Hendel, 1911.

12 Nombre científico según Butterflies of America Foundation (s. f.): *Strymon megarus* (Godart, 1824).

13 Nombres aceptados según Itis (2015): *Metamasius dimidiatipennis* Champion, G. C., 1910 y *Metamasius callizona* Champion, G. C., 1910.

14 Nombre científico según Eppo (2019): *Rotylenchulus reniformis* Linford et Oliveira.

15 Nombre científico según Eppo (2019) y Cabi (2019): *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949.

16 Nombre científico según Senasica (2015): *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983.

17 Nombre científico según Eppo (2019) y EcuRed (2010): *Meloidogyne incognita* [Kofoid & White] Chitwood.

18 Nombres aceptados según Itis (2015): *Chalara paradoxa* (De Seynes) Sacc., 1892; *Curvularia clavata* B. L. Jain, 1962; *Curvularia eragrostidis* (Henn.) J. A. Mey., 1959; *Erwinia chrysanthemi* Burkholder et al., 1953; *Fusarium ananatum* A. Jacobs, Marasas & P. S. van Wyk, 2010; *Fusarium fujikuroi* Nirenberg, 1976; *Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell, 1998; *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, 1896; *Phytophthora cinnamomi* Rands, 1922; *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Höhn., 1904.



(Microascales: Ceratocystidaceae) y *Thielaviopsis paradoxa* (Microascales: Ceratocystidaceae), y la *Fusariosis* causada por hongos del género *Fusarium* (Hypocreales: Nectriaceae) (p. ej., *Fusarium ananatum*, *Fusarium subglutinans* y *Fusarium guttiforme*). Además, se han estudiado afecciones atribuidas a algunos agentes patógenos del género *Phytophthora* (Peronosporales: Peronosporaceae) —pertenecientes al grupo Stramenophilla—, en particular, la pudrición del corazón y del cogollo ocasionadas por *Phytophthora nicotianae* y la podredumbre de raíz asociada a *Phytophthora cinnamomi*.

De igual modo, se hace referencia a investigaciones relacionadas con: 1) algunas especies de bacterias patógenas del género *Erwinia* (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae) (p. ej., *Erwinia chrysanthemi*) causantes de enfermedades necróticas, 2) los agentes causales de la marchitez de la piña (enfermedad vinculada con la cochinilla) y 3) los hongos *Curvularia clavata* y *Curvularia eragrostidis* (Pleosporales: Pleosporaceae) responsables de manchas foliares e incluso de afectaciones poscosecha.

- El 19 % de los documentos científicos de la categoría de *producción*, hacen referencia a la exploración de los diversos métodos de instalación y *manejo del cultivo*. En este caso, en las publicaciones se destacan temas de control de malezas, métodos de fertilización, comparación de fertilizantes químicos versus orgánicos, sistemas de cobertura y alternativas ecológicas, prácticas de producción (p. ej., rotación de cultivos), manejo de residuos y periodos de siembra.
- La *nutrición de las plantas* es la tercera área temática con mayor número de publicaciones (concentra el 15 % de los textos encontrados en materia agrícola). Esta subcategoría hace referencia a diversos temas entre los que se destacan los siguientes: la población microbiana relacionada con el cultivo, los niveles y absorción de micronutrientes, la composición nutricional de la fruta, los requerimientos hídricos del cultivo, la evaluación del crecimiento bajo diferentes esquemas de irrigación, los efectos de los residuos compostados en el rendimiento y desarrollo del cultivo y la caracterización de bacterias aportantes de nitrógeno al suelo.
- En lo concerniente a la subcategoría *fisiología vegetal*, que representa el 10 % de las publicaciones del eslabón productivo (58 documentos), se incluyen estudios relacionados con la fotosíntesis de la planta, el transporte de sacarosa, la evaluación de las propiedades de la fruta *in vitro* (p. ej., grados Brix y contenido de clorofila, entre otros), la morfogénesis de la planta, el desarrollo fenológico y los procesos metabólicos y celulares.
- En la subcategoría denominada *características agronómicas*, se ubicaron 38 publicaciones (6 % de los textos) que aluden, en particular, al estudio de los rasgos físicos de la planta, sus particularidades biológicas, la floración natural, y los aspectos agronómicos que repercuten en el desempeño del cultivo bajo diferentes técnicas de producción y condiciones geográficas. Entre las variedades de piña que han sido objeto de investigación se destacan la Victoria, Cayena Lisa, Perolera, Queen y MD-2.
- Los 32 textos categorizados bajo los términos *caracterización de la producción* representan el 5 % del total y hacen énfasis en los aspectos fisicoquímicos de piñas de variedades diferentes, entre las que se destacan la Perolera, Victoria y Cayena Lisa. Así, muestran, entre otras cosas, comparaciones de los perfiles biológicos y de las propiedades antioxidantes y nutricionales de las variedades. También en esta clasificación es notoria la tendencia hacia la realización de estudios que buscan la caracterización fisicoquímica del tallo y de la corona.
- Los textos clasificados bajo la subcategoría denominada *medioambiente* hacen referencia a temas diversos como son los mencionados a continuación: la valoración del ecosistema con fines de restauración, el análisis y tratamiento de los suelos afectados por el desarrollo del cultivo, la caracterización de los riesgos asociados con el uso de pesticidas y la valoración de impactos en la fauna. En esta clasificación se ubicaron 31 publicaciones.
- En lo relativo al tema denominado *morfología de las plantas*, este abarca las publicaciones que tratan aspectos relacionados con las propiedades morfológicas de la piña y sus hojas, la taxonomía y morfoanatomía de diversos cultivares, el análisis morfogenético de las plantas y los



cambios morfofisiológicos durante el proceso de aclimatación, entre otros. En esta clasificación se ubicaron 27 publicaciones.

- **Categoría: poscosecha y transformación**

De acuerdo con el número de registros, se evidencia mayor investigación en temas de transformación de la piña en comparación con los relacionados con poscosecha. A partir del año 2007 es notorio el incremento en la divulgación de artículos científicos relacionados con estas temáticas a nivel internacional (ver figura 6). Sin embargo, aunque el desarrollo de iniciativas industriales sea atractivo para la ciencia, en países con vocación agrícola —como Colombia—, se cuenta con mayor capacidad tecnológica para la producción primaria en comparación con la necesaria para la agregación de valor.

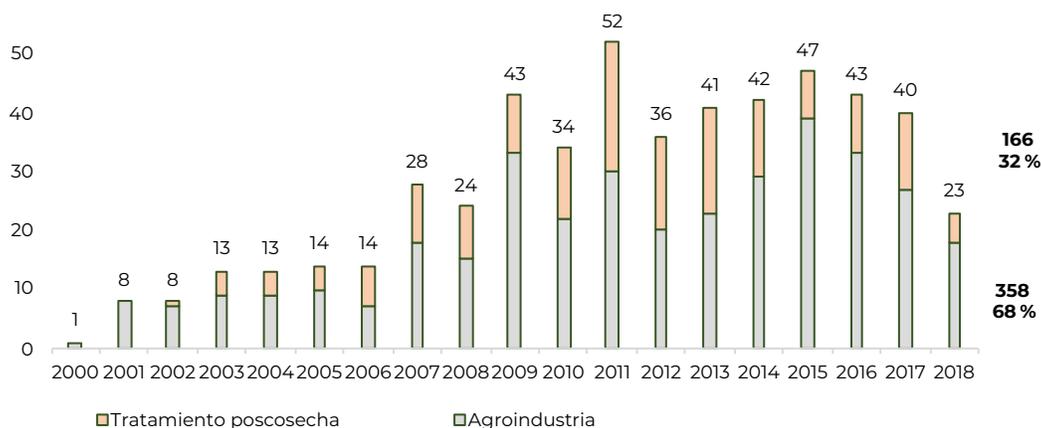


Figura 6. Publicaciones relacionadas con tratamiento poscosecha y agroindustria, desde comienzos del año 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

Entre las temáticas más abordadas a nivel internacional, en la subcategoría *tratamiento poscosecha*, se encuentran la descripción de métodos utilizados para la conservación de las propiedades de la piña, el análisis del pardeamiento que se genera en la fruta a nivel interno (durante su almacenamiento), el impacto de la temperatura en la calidad poscosecha y el efecto del etileno en el proceso de maduración. De igual modo, otros temas abordados son los recubrimientos utilizados con el fin de extender la vida útil de la fruta recién cortada y el efecto de la aplicación de cera sobre la maduración.

Con respecto a la *agroindustria*, las publicaciones hacen referencia a diversos temas entre los que se destacan:

- **Industria agroalimentaria:** gran parte de los estudios se centran en el uso de enzimas extraídas de la planta y del fruto de la piña, denominada *bromelaina*, la cual es ampliamente utilizada en la industria alimenticia (p. ej., como ablandador natural de carne). Según las publicaciones revisadas, otros temas atractivos para los investigadores son la evaluación de los diversos sistemas de deshidratación de la pulpa (p. ej., liofilizado y secado por aire forzado, entre otras), la extracción de aceites esenciales, los aspectos de la piña mínimamente procesada, la elaboración de bebidas fermentadas y de otros productos, como barras de cereal, entre otros.

En cuanto a la industria alimentaria con fines de consumo animal, se hace referencia a investigaciones dirigidas al uso de los residuos de la piña (en especial, la cáscara) para la elaboración de alimentos destinados a los pollos de engorde, las tilapias y el ganado.

- **Industria oleoquímica y de biocombustibles:** entre los temas destacados se encuentra la producción de bioetanol a partir de la cáscara u otros residuos de la piña, como el corazón, que se plantean como alternativas biocombustibles de bajo impacto ambiental.



- **Otros desarrollos industriales:** entre las publicaciones existentes, se encuentran estudios de la potencialidad de las hojas de la piña en aplicaciones textiles y de la fabricación de otros subproductos como el papel.

- **Categoría: química**

Según las bases de datos consultadas y la clasificación categórica, entre el 2001 y el 2017, las publicaciones en el campo de la química han tenido un crecimiento anual promedio del 21%. En este periodo el año 2011 fue el de mayor generación de conocimiento (ver figura 7).

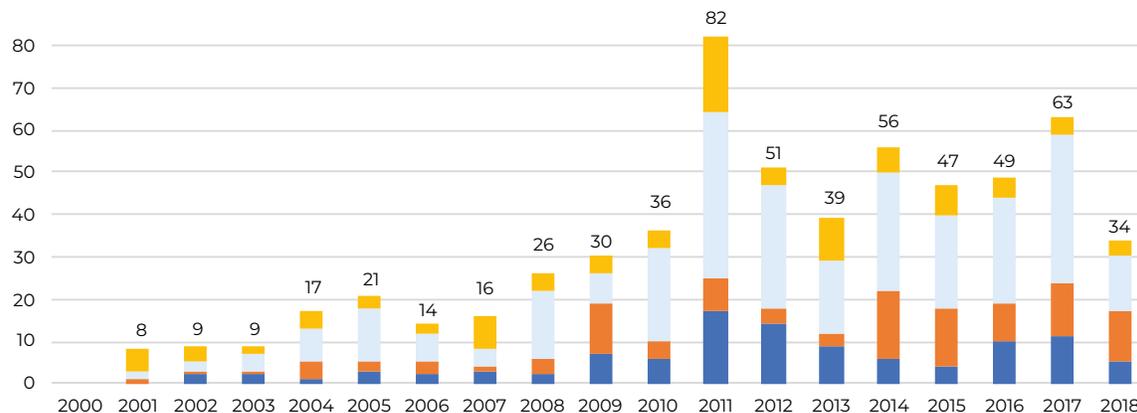


Figura 7. Publicaciones sobre aspectos químicos de la piña, o de sus componentes, desde comienzos del 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se destacan los principales temas de investigación que se encontraron en los 607 registros clasificados en esta categoría:

- Se hallaron 104 textos científicos que se enfocan en el estudio de las propiedades químicas de la enzima *bromelaína*, la cual tiene acción proteolítica. Estas publicaciones detallan diversos procesos de extracción de la sustancia a partir de los residuos de la fruta, su tratamiento (a través de métodos de fraccionamiento, aislamiento, purificación y tratamiento térmico) y su aplicabilidad en los campos clínico, farmacéutico e industrial.
- En la subcategoría denominada *fibras naturales*, dentro de la cual se hallaron 112 documentos, los estudios se orientan a la observación y análisis de las propiedades mecánicas, químicas y físicas de las fibras de las hojas de la piña y su aplicabilidad (p. ej., en la producción de nanofibras de celulosa, la obtención de biopolímeros, la fabricación de materiales de uso acústico, el desarrollo de compuestos biodegradables y sostenibles, entre otros).
- La clasificación designada como *química agrícola*, en la que se encontraron 98 textos científicos, hace referencia a la evaluación de las características fisicoquímicas de la planta durante su crecimiento, así como del análisis de los residuos de los agroquímicos usados en el cultivo.
- Bajo la subcategoría *química* fueron clasificadas 293 publicaciones y, entre los temas referentes a la cáscara, pulpa, hojas o extracto de la fruta, se destacan:
 - 1) Los estudios de las propiedades químicas de la *cáscara de la piña*, así como de sus compuestos fenólicos, su potencial antioxidante y la eficacia de su extracto como agente microbiano, ocupan un lugar destacado. Dentro del conjunto de estas publicaciones, se encuentra la descripción y el análisis de los métodos de obtención de compuestos útiles en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica.



De igual modo, las investigaciones hacen referencia a la extracción de compuestos bioactivos y al análisis de las propiedades químicas, térmicas y morfológicas de la biomasa como materia prima para la sustracción de nanocelulosa.

- 2) Las investigaciones relacionadas con *la pulpa de la piña* se orientan, en particular, hacia el estudio de sus compuestos bioactivos, su capacidad antioxidante, el análisis de su aroma y los cambios fisicoquímicos resultantes de las variaciones de temperatura durante el almacenamiento.
- 3) En lo concerniente a las *hojas de la piña*, estas son un elemento atractivo para la generación de conocimientos por parte de la comunidad científica. Entre los asuntos de tendencia investigativa se puede citar el desarrollo de nanocompuestos de alta resistencia a partir de esta materia prima.
- 4) En cuanto al *extracto de la piña* como sujeto de análisis, la comunidad científica ha publicado estudios relacionados con la valoración de las características fisicoquímicas y sensoriales de las sustancias extraídas de la fruta (jugos, zumos y vinos), las propiedades antioxidantes, la evaluación del contenido metabólico y la concentración de sólidos solubles.

- **Categoría: ciencias de la salud**

Con respecto a estas ciencias, los hallazgos del ejercicio de monitoreo de las investigaciones evidencian la divulgación de publicaciones, a través de bases de datos de acceso en la web, a partir del año 2004. Entre ese año y el 2017 se ha presentado una tasa de crecimiento con un promedio anual de 29% en la generación de nuevos conocimientos, principalmente, en el campo de la medicina experimental, que representa el 81% del total de los textos consolidados al respecto (ver figura 8).

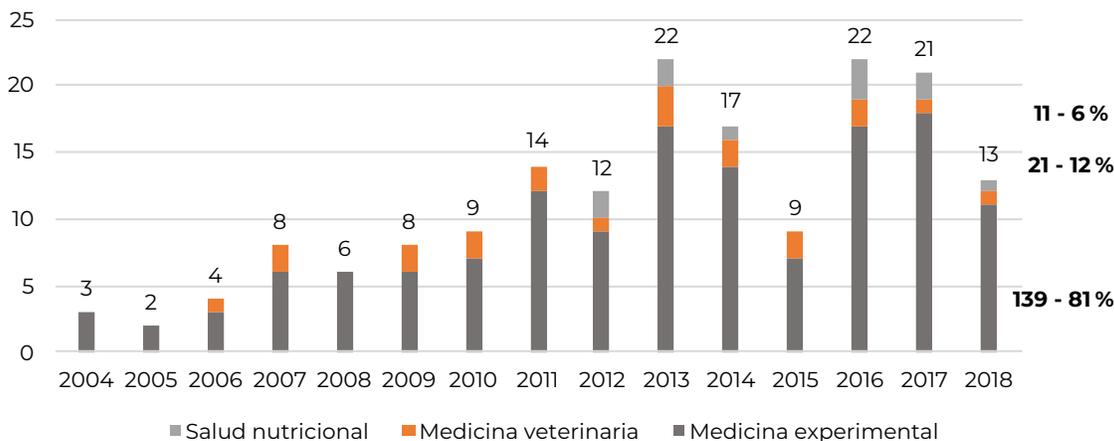


Figura 8. Publicaciones relacionadas con las áreas de las ciencias de la salud humana y animal desde comienzos del 2000 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

En lo relativo a la subcategoría de *medicina experimental* se encuentran incluidas investigaciones y procesos de experimentación que parten de los compuestos de la fruta (como la bromelaína), para estudiar efectos y tratamientos de afecciones como las siguientes: rinosinusitis crónica, diabetes, cáncer, asma, obesidad, quemaduras y enfermedades cardiovasculares.

En este ámbito, la fruta ha sido objeto de investigación para su aplicación como suplemento energético para cabras lecheras o como tratamiento de enfermedades de pollos, además se la ha estudiado en relación con la cicatrización de heridas, la nutrición animal y el control de parásitos en ovejas, por lo cual, existe una subcategoría denominada *medicina veterinaria*. Esta agrupación de publicaciones representa el 12% del total de documentos encontrados en materia de ciencias de la salud.



Con relación a los textos científicos clasificados en la subcategoría de *salud nutricional*, estos tan solo representan el 6 % de los textos de su categoría principal. Dichas publicaciones dan a conocer el valor de las propiedades nutritivas y antioxidantes de la piña —para la atención de la salud humana y animal— al tener en cuenta sus propiedades fitoterapéuticas, cicatrizantes, anticancerígenas y antiinflamatorias.

- **Categorías: comercialización, impacto económico y competitividad**

La visibilidad de publicaciones referentes al mercado agrícola, el impacto económico y la competitividad de la cadena productiva de la piña es notoriamente inferior a la de las demás categorías planteadas en el documento. En particular, las acciones de monitoreo muestran la socialización de conocimientos a partir del año 2006, en materia de comercialización, mientras que el campo menos estudiado es el de la competitividad (ver figura 9).

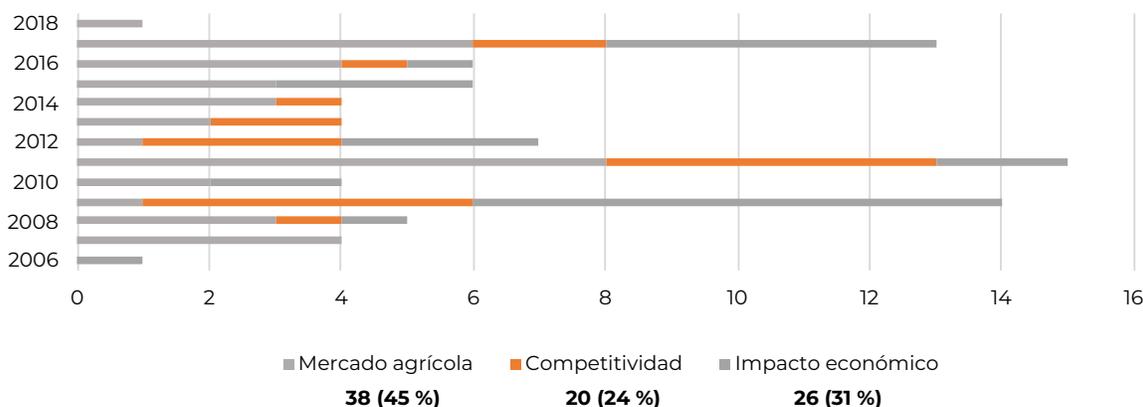


Figura 9. Publicaciones en relación con temas de comercialización, impacto económico y competitividad desde comienzos del 2006 hasta mayo del 2018

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de la información, entre los países que han liderado estas investigaciones se destacan Brasil, Costa Rica, Benín, India, Ghana, Filipinas, Nigeria, Malasia y Colombia, lo cual está relacionado directamente con su nivel de productividad¹⁹.

En Colombia, la formulación de estudios en materia de *mercado agrícola* muestra una tendencia particular hacia el análisis del mercado interno y externo de la piña MD-2; esto se debe a la importancia productiva y comercial que esta variedad ha traído para el país en los últimos años, tanto para el mercado nacional como para el internacional.

En el contexto anterior, entre los diversos temas tratados por los investigadores a nivel global, sobresalen los estudios dirigidos a conocer las exigencias o factores que influyen en las exportaciones de piña hacia Europa y Estados Unidos, y los aspectos que determinan la viabilidad comercial de la fruta orgánica bajo los estándares del comercio justo. De forma más específica, las publicaciones originarias de algunos de los países nombrados presentan las siguientes particularidades:

- Los registros de Brasil dan a conocer los resultados de los ejercicios de análisis de la demanda y del manejo del cultivo, en respuesta a los hábitos del consumidor.
- Costa Rica se ha enfocado en el estudio de la dinámica de sus exportaciones y en los cambios en el modelo del comercio internacional.

19 Para el 2017, estos países se ubicaron entre los 20 principales productores de la fruta, según los registros estadísticos de Faostat (2018)



- En el caso de Benín, las publicaciones aluden al análisis de su sistema comercial y al consumo de productos procesados.
- Ghana ha avanzado en la revisión del retorno de la inversión, como resultado de la implementación de normas de calidad.
- Los estudios del mercado agrícola de Nigeria y de Malasia presentan los factores que determinan la participación del productor en el mercado interno y externo.

En cuanto a la *competitividad*, se resalta la producción de estudios enfocados en el análisis de las cadenas de valor en los países productores, en los efectos de la expansión limitada de la agroindustria, en la necesidad de desarrollo de capacidades tecnológicas en respuesta al mercado internacional, en la determinación del nivel organizacional de productores locales y en el uso de la información sectorial como una herramienta clave para el agronegocio.

Finalmente, en materia del *impacto socioeconómico*, los temas abarcados en esta última categoría hacen referencia a la evaluación del efecto social y económico del cultivo de la piña y de su comercialización. Las temáticas tratadas contribuyen a la determinación de estrategias frente a los cambios del entorno, según su importancia e influencia en especial para los cultivadores.

5.2. Brechas entre la investigación y las necesidades de la cadena de la piña en el Valle del Cauca

A excepción de los requerimientos de investigación que deben partir del análisis específico del desarrollo del cultivo, bajo las particularidades edafoclimáticas del Valle del Cauca, debido a la curva de aprendizaje para el caso de la variedad MD-2, o de las situaciones de las que, según los actores de la cadena productiva, se desconocen antecedentes, tales como las causas de la malformación a la que coloquialmente se le ha denominado *cintura*, se justifican, a continuación, las necesidades de investigación por cada brecha de la cadena departamental, teniendo en cuenta las tendencias expuestas en el numeral anterior:

• Manejo inadecuado de la semilla en zonas de ladera

En el Valle del Cauca, más allá del manejo inadecuado de la semilla por parte de los pequeños productores, existe una amplia brecha entre el material vegetativo utilizado en gran parte de los cultivos de ladera y el que debería ser usado en las siembras por ser desarrollado con fines de propagación, para preservar la sanidad de las plantaciones y mejorar la productividad. Así, debido a la falta de calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de la semilla, sobrevienen problemas durante el desarrollo de los cultivos y, por ende, en la calidad de la fruta. Lo anterior, evidencia que además de existir problemas de transferencia tecnológica para la divulgación de manuales de BPA, los productores no acceden a materiales genéticos apropiados para las particularidades de las zonas de producción; más aún, cuando se trata de la variedad MD-2, que requiere procesos de adaptabilidad e investigación, en especial, en las laderas del departamento.

• Establecimiento del cultivo en zonas no aptas

En materia de zonificación, para el cultivo de la piña sobresalen, a nivel internacional, los estudios llevados a cabo en Brasil, mediante diversos métodos como la interpolación espacial y la validación de modelos en los que se tienen en cuenta variables climáticas y requerimientos hídricos. En Colombia, como respuesta a la priorización de la variedad MD-2 como un cultivo promisorio con potencial exportador, se han realizado este tipo de estudios, en especial, aquellos que usan la metodología (a escala 1:100.000) de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (Upa). Esta fue creada por el MADR con fines de planificación del uso eficiente del suelo, según la vocación agrícola y pecuaria del territorio nacional.



Un primer ejercicio fue socializado por Bancoldex y UTCF (2015), en un informe que indica que, para el cultivo de piña MD-2, el país cuenta con 20.283.799 ha con alta, mediana y baja aptitud, para la siembra de la fruta (es decir, cerca del 17 % de la superficie nacional). Este proceso de zonificación muestra que la mayor aptitud geográfica para la siembra de la variedad se encuentra en los departamentos de Meta, Caquetá, Magdalena, Córdoba y Cesar. Según el análisis geográfico, el Valle del Cauca cuenta con 295.850 ha aptas para la siembra de la fruta (de las cuales el 14 % se clasifica con aptitud alta, el 60 % con mediana y el 26 % con baja).

Las cifras presentadas fueron validadas por la Upra (2017) a partir de un nuevo análisis de variables físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas. Como resultado, se determinó que en el país existen 17.026.805 ha aptas para la siembra comercial del híbrido frutal (lo que equivale al 14,9 % del territorio nacional), Meta, Vichada, Antioquia, Caquetá y Córdoba son los departamentos de mayor representatividad (52,2 % de las zonas aptas). Según este último estudio, el Valle del Cauca cuenta con 98.260 ha con buenas condiciones para el establecimiento del cultivo, 221.898 ha con limitaciones moderadas y 50.471 ha con baja aptitud (para un total de 370.629 ha).

Por otra parte, la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca (SAG) llevó a cabo, en el 2016, un ejercicio de zonificación de aptitud agroecológica específicamente para el departamento del Valle. Como resultado, según Lozano y Rosero (2016), se cuentan con 272.041 ha de alta aptitud y 273.852 ha de mediana aptitud para la piña MD-2 en los diferentes municipios productores.

En este contexto, Ciat inició un estudio de zonificación para este cultivo en el Valle del Cauca, a mediados del 2017²⁰, con énfasis en las zonas de ladera y la incorporación de criterios relativos al cambio climático, además del análisis de las variables de clima, suelo y terreno; esto, con el fin de proyectar los posibles cambios en la aptitud edafoclimática, bajo el supuesto de diferentes escenarios probables debidos a los gases de efecto invernadero.

- **Desconocimiento en la determinación de grados de translucidez de acuerdo con la madurez fisiológica, asociado a las prácticas de fertilización y riego**

Los hábitos de consumo de piña en el ámbito internacional han planteado retos a los productores y comercializadores de la fruta alrededor del mundo. Por ejemplo, en Hawái, Chen y Paull (2017) exponen que las prácticas de producción y la experiencia adquirida, durante décadas en el cultivo, parecen no ser suficientes para dar manejo a los nuevos cultivares de baja acidez, que se establecen para dar respuesta a la demanda de Estados Unidos, Japón y Europa y que presentan problemas de floración natural, translucidez y niveles de acidez.

Entre los antecedentes de investigación relacionados con la translucidez, se encuentran algunos estudios que proponen métodos de detección y análisis del trastorno fisiológico, como el propuesto por Haff *et al.* (2006), quienes llevaron a cabo un estudio que relacionó los resultados de imágenes obtenidas a través del uso de rayos X con el tradicional método de observación. Del mismo modo, Lima *et al.* (2016) realizaron una investigación (en Brasil) que les permitió evaluar la translucidez de rodajas de piña de la variedad perolera, tratadas con recubrimientos comestibles, por medio del procesamiento de imágenes digitales y comparar los resultados con los obtenidos a través de evaluaciones sensoriales.

En el desarrollo de este tipo de investigaciones es preciso tener en cuenta aspectos como la variedad de piña que será analizada y las condiciones de cosecha y poscosecha que ocasionan el trastorno fisiológico. Por ejemplo, Chen y Paull (2001) evaluaron aspectos como la temperatura en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo en Hawái, así como los cambios térmicos posteriores a la cosecha frente a la ocurrencia de la translucidez.

Lo anterior soporta lo manifestado por los actores en relación con esta brecha de conocimiento para la piña de variedad MD-2 del Valle del Cauca. Esto, teniendo en cuenta las limitaciones comerciales

²⁰ El documento debe estar aprobado a mediados del 2019.



presentadas en el proceso de selección de la fruta para el mercado internacional, en el que son descartadas las unidades con altos índices de translucidez.

- **Desconocimiento de parámetros fisiológicos para determinar el momento de aplicación de reguladores artificiales o inductores de floración, y de los efectos de su uso inadecuado**

La investigación aplicada bajo las circunstancias geográficas en las que se desarrollan los cultivos de piña, podría contribuir a aumentar de manera considerable las cualidades del producto. A modo de ejemplo, Pal *et al.* (2015) revelaron los resultados de un estudio llevado a cabo en la India entre los años 2009 y 2010, con el fin de evaluar los efectos benéficos del uso de reguladores de crecimiento (NAA y Ethrel) en las características y el rendimiento de la piña. Durante el proceso experimental, ellos tuvieron en cuenta diversas variables dentro de las que se encontraban las condiciones climáticas de la zona productiva. Como resultado, lograron descubrir efectos directos de las aplicaciones sobre la floración, el contenido de azúcar, forma y peso de la fruta. Resultados similares fueron reportados por Kuoos *et al.* (2011) al evaluar el comportamiento del uso de la urea y de un herbicida denominado *diquat* (del grupo químico: bupiridilo), como agentes reguladores de crecimiento en el retraso de la inducción floral para la piña de variedad perla en Brasil. En dicho estudio, los autores correlacionan el retraso de la floración natural y el tamaño del fruto, la longitud de las hojas y la concentración de sólidos solubles (grados Brix) en diferentes etapas del cultivo.

En esta línea argumental, es conveniente anotar que el etileno²¹ es una hormona que interviene en los procesos fisiológicos. Así, Maruthasalam *et al.* (2010) han expuesto que su acción es responsable del desarrollo del fruto, el cual puede ser forzado durante el ciclo productivo bajo tratamientos con frío. Según estos resultados, existen alternativas a la maduración inducida a través de aplicaciones de fitoreguladores. Por lo tanto, es relevante retomar los resultados de las investigaciones que preceden esta temática y evaluar los efectos tanto positivos como negativos de la aplicación de los reguladores y de las posibles alternativas para la liberación natural de etileno, como regulador de crecimiento. Para esto, se debe partir de la forma en la que es llevada a cabo por los pequeños agricultores del Valle del Cauca.

- **Desconocimiento del impacto ambiental del cultivo a causa del uso no controlado de agroquímicos (p. ej., aplicaciones sin considerar los LMR y los periodos de carencia) y controles insuficientes de trazas y residualidad en el ámbito nacional**

En el ámbito internacional, respecto a los antecedentes de investigación relacionados con la potencialidad de la producción orgánica, se encuentran estudios como el de Darnaudery *et al.* (2018), quienes expresan que, aunque el cultivo de la piña, al igual que el de otras frutas y hortalizas, requiere de la utilización de insumos agroquímicos debido a la fertilización necesaria con NPK (nitrógeno, fósforo y potasio), su producción sostenible es posible al hacer uso de métodos de fertilización orgánica, sin que se afecte el peso de la fruta, la calidad organoléptica, el comportamiento ante enfermedades fúngicas ni los costos del cultivo. Sin embargo, se encuentran algunas diferencias en el ciclo de producción y el rendimiento. Esta conclusión es el resultado de un estudio desarrollado por los autores, en una isla tropical francesa del océano Índico al experimentar con un cultivo de piña de la variedad reina Victoria.

En lo que concierne a las investigaciones referentes al análisis de impactos de los agroquímicos utilizados en el cultivo de piña, se destacan algunos estudios llevados a cabo principalmente en Brasil y Costa Rica. Por ejemplo, Echeverría *et al.* (2012) caracterizaron los peligros ambientales de los pesticidas utilizados en plantaciones de piña cercanas a las comunidades ribereñas de la cuenca del Río Jiménez, en Costa Rica, al analizar su relación con el deterioro del hábitat, la calidad del agua y otros aspectos. De igual forma, Diepens *et al.* (2014), investigaron los efectos de algunos pesticidas organofosforados en peces tropicales del mismo país. Sin embargo, a criterio de estos autores, es necesaria la realización de más estudios que

21 Principal ingrediente del Ethrel utilizado en el Valle del Cauca como regulador.



evalúen los riesgos de contaminación por pesticidas agrícolas en especies tropicales endémicas, ya que los investigadores se han centrado en la evaluación de impactos en los ecosistemas templados.

En cuanto a Colombia, en el país existen estudios que sirven de apoyo a los programas de transferencia tecnológica dirigidos a los productores para el manejo del cultivo a través de las buenas prácticas agrícolas (BPA). No obstante, en las publicaciones científicas identificadas, no se evidencian suficientes investigaciones que profundicen acerca de los riesgos asociados con la aplicación de plaguicidas²² en el cultivo durante los procesos de control de plagas y con la determinación de las trazas presentes en la fruta cultivada en las diferentes regiones del campo colombiano. Al respecto, Pinzón *et al.* (2011) llevaron a cabo un estudio de los residuos de plaguicidas organoclorados²³ de la piña de la variedad MD-2, proveniente del municipio de Montenegro (Quindío). Como resultado del ejercicio de análisis, cuantificaron los residuos contenidos en diferentes partes del fruto y encontraron residualidad de 10 plaguicidas organoclorados con concentraciones principales en la parte externa. Esto supera, en algunos casos del ejercicio de muestreo, los límites máximos impuestos por la legislación nacional.

Lo anterior corrobora la necesidad de llevar a cabo investigaciones que permitan conocer un intervalo de las concentraciones de los residuos de plaguicidas en la piña después de la cosecha, con el fin de generar alertas y tomar medidas necesarias para mitigar los posibles riesgos en la salud del consumidor, e inclusive del agricultor.

- **Inadecuadas prácticas de labranza (manejo de drenajes y cultivos a favor de la pendiente)**

Con respecto a la erosión del suelo ocasionada por el cultivo de piña, se encuentran pocas publicaciones dirigidas a evaluar de forma específica la problemática. Entre los antecedentes de investigación a nivel internacional, Ugahara *et al.* (2001) llevaron a cabo ensayos en los campos de piña de la isla de Ishigaki (en el sureste de Japón), donde establecieron parcelas demostrativas. Estos investigadores evaluaron las prácticas de labranza de los agricultores y plantearon alternativas entre las que se encuentran la siembra de algunas variedades de pastos y forrajes en los límites de los cultivos y el uso de coberturas para minimizar la degradación del suelo.

En el caso de Colombia, el tema es abordado de forma conjunta con otras problemáticas ambientales derivadas de la agricultura en general, por lo que es preciso llevar a cabo evaluaciones de los tipos de suelo que se utilizan para el establecimiento del cultivo de la piña y medir el impacto ocasionado en el recurso como resultado de la práctica agrícola. De este modo, se generará consciencia y se podrán proponer alternativas que disminuyan el efecto negativo de la erosión (por ejemplo, el establecimiento del cultivo en curvas de nivel).

- **Escasa innovación en procesos de agroindustria**

Debido a la variedad climática y a las particularidades geográficas de Colombia, el país se caracteriza por su diversidad en la producción de frutas y hortalizas. No obstante, la instalación de cultivos no siempre obedece a la realidad del mercado nacional o internacional, lo que evidencia la baja articulación entre la oferta y la demanda. Así, con un amplio potencial de producción que se dirige principalmente al consumo en fresco, se evidencian manifestaciones de la inestabilidad del mercado, la cual se ve reflejada en las temporadas de oferta elevada que contraen los precios y otras que resultan en el escenario opuesto.

22 Un plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluso los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos (FAO, 2006, p. 7).

23 “Los plaguicidas organoclorados son sustancias químicas derivadas de los hidrocarburos clorados que se caracterizan por su alta solubilidad en solventes orgánicos y grasas” (Eria, 2015, p. 10).



Por otra parte, en Colombia, el problema central del sector agrícola y agroindustrial (bajo un enfoque de cadena) radica en la baja capacidad de generar innovación (Saavedra *et al.*, 2011); un criterio que no debe restringirse a los aspectos tecnológicos en la producción de bienes agroindustriales, dado que es preciso innovar en todas las etapas de la cadena de valor, con una mirada hacia los cambios del mercado, en el que, además de la industria alimentaria, deben tenerse en cuenta las demás que requieran del sector primario para la fabricación de bienes.

Además, existen brechas comerciales entre las industrias transformadoras de bienes agrícolas y la base productiva, lo cual afecta el dinamismo y la competitividad del sistema. En particular, en las cadenas frutícolas del país, a juicio de Tafur *et al.* (2006), el desarrollo de las agroindustrias se impulsa principalmente desde el sector privado y representa un verdadero pilar de desarrollo en la economía. No obstante, dichas agroindustrias son insuficientes para absorber la gran cantidad de fruta que se oferta en el mercado debido a la estacionalidad de las cosechas. De este modo, al visualizar la industria como un agente de crecimiento económico, se argumenta la necesidad de impulsar su desarrollo e inserción en las cadenas.

En este sentido, Miranda (2011) analiza el panorama del subsector frutícola frente al cambio climático y las tendencias del mercado global, tales como las huellas ambientales (de carbono e hídrica) y las certificaciones (p. ej., de comercio justo y orgánicas). A partir de ello, el autor concluye que, para competir con los países líderes en producción de frutas, es necesario poner en marcha programas de desarrollo científico y tecnológico que incluyan un nivel alto de *innovación* desde la producción hasta el consumo.

Al hacer hincapié en el Valle del Cauca, es preciso considerar que los niveles bajos de *innovación*, transformación productiva y comercialización —en emprendimientos y empresas del sector— se relacionan con los siguientes aspectos: 1) la baja inserción del sector empresarial en las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), 2) la falta de perspectiva empresarial, 3) la no adopción de instrumentos de desarrollo empresarial y 4) la ineficiencia del mercado (Gobernación del Valle del Cauca, 2018).

Para el caso de los antecedentes de investigación relacionados con la transformación de la piña, es conveniente anotar que, si bien se evidencian investigaciones a nivel nacional e internacional referentes a la utilización industrial de la fruta y a los diversos productos que pueden obtenerse a partir de la misma y de los residuos del cultivo; desde la perspectiva de los actores de la cadena regional, es necesario que sus resultados sean socializados e, incluso, que se realicen nuevos estudios de la mano de los empresarios del sector, con el fin de desarrollar productos innovadores y con potencial comercial.

- **Ineficiencia de la infraestructura vial y portuaria y elevados costos logísticos (p. ej., fletes internos, tiempos de revisión y trámites de exportación) que causan pérdidas comerciales no estimadas**

En lo concerniente a las publicaciones de índole internacional, estas señalan la inserción de aspectos logísticos (del mercado interno y externo) en el desarrollo de investigaciones del mercado de la piña; por ejemplo, Gansemans *et al.* (2017) evaluaron la importancia de las normas laborales, el entorno institucional (junto con el ámbito gubernamental), la distancia al mercado objetivo y los aranceles contemplados en acuerdos bilaterales (respecto a los costos y precios finales) como aspectos determinantes que influyen en el acceso de la piña fresca hacia la Unión Europea (UE), aspectos que deben tener en cuenta los principales países productores, ya que facilitan o restringen los flujos comerciales.

En la misma dirección, Apandi *et al.* (2017), tras un estudio llevado a cabo en Sarawak (un estado de Malasia), en el cual analizaron de forma estadística diversas variables, dan a conocer los factores que influyen en la selección de los canales de comercialización de piña por parte de los agricultores locales. Entre estos se encuentran la distancia hasta los puntos de venta, que afecta de forma negativa debido



a la baja probabilidad de recibir retornos de la inversión, a causa de la naturaleza perecedera de la fruta y de los costos del transporte.

En Colombia, el análisis de este tipo de variables es escaso y ha sido abordado, principalmente, en trabajos de grado (para optar a títulos profesionales o de maestría), a través de estudios dirigidos a analizar el comportamiento del mercado interno y la viabilidad de exportación de la piña MD-2. Estas investigaciones describen la logística de la exportación de la fruta desde los cultivos hasta los puertos de destino, para lo cual han considerado aspectos de almacenamiento, empaque, embalaje, transporte (a centros de acondicionamiento, puertos de embarque y destino), trámites ante entidades de control, rutas, tiempos de tránsito, precios, volúmenes, condiciones físicas de los centros de empaque, entre otros. Sin embargo, no evidencian análisis de tiempos y operaciones que indiquen la verdadera relación costo-beneficio derivada de la operatividad o inoperatividad logística del negocio, tanto al interior del país como en el contexto internacional.

6. PLAN DE INVESTIGACIÓN

A partir de las brechas tecnológicas identificadas, se plantea una serie de propuestas de investigación que se presentan en forma de árbol de soluciones (ver figura 4), con el propósito de mostrar de manera gráfica: 1) los objetivos que la cadena productiva debe tener en cuenta en materia de investigación y desarrollo, 2) las alternativas de investigación que buscan dar respuesta al problema central y a los cuellos de botella que lo ocasionan y 3) los posibles resultados que se obtendrían a partir del desarrollo de las mismas. A continuación, se propone un plan de acción que complementa este ejercicio con la definición de metas, el listado de las posibles entidades que a nivel regional podrían contribuir al cumplimiento del plan, desde sus objetos misionales, y la estimación de los tiempos que requeriría cada investigación en la fase académica. Por último, se concluye con la comparación de la evaluación de las propuestas por parte de los investigadores versus la priorización de las mismas por parte de los demás actores de la cadena.



Metas		Resultados		Objetivo general	
Garantizar el fácil acceso del productor a la semilla con calidad genética y fitosanitaria	Los productores cuentan con un estudio de referencia para el establecimiento de cultivos en zonas aptas	Paquetes tecnológicos estructurados con base en las condiciones edafoclimáticas de las zonas productoras	Disminución de las brechas relacionadas con la malformación de <i>cintura</i> y su manejo	Métodos que permitan mejorar las prácticas de inducción floral	El departamento cuenta con estudios que reflejan el impacto ambiental, social y económico del desarrollo de cultivo
	Reconocimiento de los factores que influyen en la floración en las zonas de ladera	Transferencia de conocimientos y resultados objetivos en parcelas demostrativas	Métodos para la obtención óptima de los grados de translucidez interna de la fruta	Reconocimiento de los periodos de carencia y LMR de los agroquímicos de mayor uso en el cultivo	Reconocimiento de los periodos de carencia y LMR de los agroquímicos de mayor uso en el cultivo
Presentar a la base productiva el resultado de estudios en materia agronómica, con el fin de mejorar los índices de productividad regional y la obtención de frutas que cumplan con requisitos de calidad para el mercado interno y externo	Investigaciones que permitirán mejorar la gestión ambiental	Alternativas de desarrollo de productos a base de la fruta, sus componentes o residuos, y posibilidades de mercado			Alternativas de desarrollo de productos a base de la fruta, sus componentes o residuos, y posibilidades de mercado
<p>Contribuir, desde la investigación y la generación de conocimientos, al mejoramiento de la competitividad de la cadena de la piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>					

Continúa



Objetivo general	Objetivos específicos		Propuestas de investigación								
<p>Contribuir, desde la investigación y la generación de conocimientos, al mejoramiento de la competitividad de la cadena de la piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>	<p>Investigar el impacto ambiental y social del cultivo, y proponer alternativas de gestión de los recursos naturales, en la búsqueda de contribuir a la solución de los problemas ambientales del agronegocio</p>	<p>Evaluar a través de procesos de investigación, la potencialidad industrial de la fruta, sus componentes y residuos, y el mercado potencial para productos procesados a base de piña</p>	<p>Investigación de operación y procesos logísticos de comercialización A18</p>								
	<p>Generar conocimientos científicos y tecnológicos que permitan mejorar la instalación, desarrollo y manejo del cultivo de piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>	<p>Estructurar un protocolo de uso de bioinsumos para cultivos limpios A11</p>	<p>Estudios de aprovechamiento industrial de la piña y sus residuos A15-A16</p>	<p>Evaluar el impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo en los principales municipios productores A13</p>	<p>Medir las pérdidas de cantidades de suelo durante los ciclos de producción, y establecer alternativas de manejo y conservación A14</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Evaluar el impacto socio económico y ambiental del cultivo de la piña A12</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>
<p>Contribuir, desde la investigación y la generación de conocimientos, al mejoramiento de la competitividad de la cadena de la piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>	<p>Realizar investigaciones que permitan mejorar la instalación, desarrollo y manejo del cultivo de piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>	<p>Evaluar los factores que inciden en la floración natural y afectan la productividad del cultivo en zonas de ladera A2</p>	<p>Estudios de aprovechamiento industrial de la piña y sus residuos A15-A16</p>	<p>Evaluar el impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo en los principales municipios productores A13</p>	<p>Medir las pérdidas de cantidades de suelo durante los ciclos de producción, y establecer alternativas de manejo y conservación A14</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Evaluar el impacto socio económico y ambiental del cultivo de la piña A12</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>
	<p>Validar y ajustar paquetes tecnológicos integrales del cultivo para las zonas plana y de ladera A4</p>	<p>Realizar investigaciones que conduzcan a identificar las causas de la malformación denominada <i>cintura</i> en la piña A6</p>	<p>Estudios de aprovechamiento industrial de la piña y sus residuos A15-A16</p>	<p>Evaluar el impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo en los principales municipios productores A13</p>	<p>Medir las pérdidas de cantidades de suelo durante los ciclos de producción, y establecer alternativas de manejo y conservación A14</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Evaluar el impacto socio económico y ambiental del cultivo de la piña A12</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>
<p>Contribuir, desde la investigación y la generación de conocimientos, al mejoramiento de la competitividad de la cadena de la piña MD-2 en el Valle del Cauca</p>	<p>Evaluar los factores que inciden en la floración natural y afectan la productividad del cultivo en zonas de ladera A2</p>	<p>Realizar un estudio de zonificación para el establecimiento del cultivo A3</p>	<p>Estudios de aprovechamiento industrial de la piña y sus residuos A15-A16</p>	<p>Evaluar el impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo en los principales municipios productores A13</p>	<p>Medir las pérdidas de cantidades de suelo durante los ciclos de producción, y establecer alternativas de manejo y conservación A14</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Evaluar el impacto socio económico y ambiental del cultivo de la piña A12</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>
	<p>Determinar parámetros fisiológicos que permitan precisar los tiempos de inducción a la floración A8</p>	<p>Determinar grados de trans lucidez adecuados de acuerdo con la madurez fisiológica, la nutrición, el riego y demás aspectos relacionados A7</p>	<p>Estudios de aprovechamiento industrial de la piña y sus residuos A15-A16</p>	<p>Evaluar el impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo en los principales municipios productores A13</p>	<p>Medir las pérdidas de cantidades de suelo durante los ciclos de producción, y establecer alternativas de manejo y conservación A14</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Evaluar el impacto socio económico y ambiental del cultivo de la piña A12</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>	<p>Medir los efectos ambientales del uso de plaguicidas A10</p>

Figura 10. Árbol de soluciones para las brechas tecnológicas de la cadena de la piña en el Valle del Cauca

Fuente: elaboración propia.



6.1. Plan de acción

De acuerdo con lo planteado en el árbol de problemas, el plan de investigación y desarrollo propuesto en este documento, tiene el siguiente objetivo principal:

Contribuir, desde la investigación y la generación de conocimientos, al mejoramiento de la competitividad de la cadena de la piña MD-2 en el Valle del Cauca

Para ello, se proponen temáticas de investigación que, de llevarse a cabo, podrían mejorar la competitividad de la cadena regional de la piña. De igual modo, se sugieren actores para el desarrollo o implementación de las investigaciones, con base en la competencia y oferta institucional (ver tabla 4). Algunas de las propuestas de investigación consignadas en este documento no se atenderán por medio de este proyecto, ya que no se alinean con sus alcances; sin embargo, se presentan de tal manera que puedan ser consultadas por las demás entidades de apoyo e investigación vinculadas a la cadena de la piña.

Tabla 4. Plan de acción para la cadena de la piña en el Valle del Cauca

Objetivo específico:		Generar conocimientos científicos y tecnológicos que permitan mejorar la instalación, desarrollo y manejo del cultivo de piña md-2 en el Valle del Cauca					
Aspecto	Brecha	Propuestas de investigación	Indicador	Meta	Posibles entidades a cargo	Tiempo estimado	Alineación con el proyecto (X)
Eslabón de insumos y material vegetal							
Material de propagación	Inadecuado manejo de la semilla en zonas de ladera (selección y tratamiento sin buenas prácticas ni trazabilidad)	Ejecutar un proyecto que permita, a través de la instalación y manejo de un banco de semilla, estudiar la influencia climática, seleccionar semilla clonal y asegurar la disponibilidad de material genético de calidad y adaptado a la ladera	N.º de proyectos de reproducción de material vegetal 1 banco de semilla regional	1 proyecto de reproducción de semilla asequible al pequeño productor	Agrosavia Unal Univalle	Al menos 5 años	
Eslabón de producción							
Comportamiento del cultivo y zonificación	Establecimiento del cultivo en zonas no aptas	Evaluación de factores que inciden en la floración natural y afectan la productividad del cultivo en ladera	N.º de investigaciones	1 investigación en factores de floración natural del cultivo en el departamento	Unal	3 años (2 ciclos de cultivo)	X
		Estudio de zonificación para el establecimiento del cultivo de piña	N.º de investigaciones	Al menos 1 estudio de aptitud climática para el cultivo de piña MD-2	Ciat SAG Upa	2 años	X

Continúa



Aspecto	Brecha	Propuestas de investigación	Indicador	Meta	Posibles entidades a cargo	Tiempo estimado	Alineación con el proyecto (X)
Prácticas de manejo productivo	La producción de piña MD-2 en las condiciones edafoclimáticas de la región se encuentra en periodo de aprendizaje y sistematización	Validar y ajustar paquetes tecnológicos integrales del cultivo para las zonas plana y de ladera	N.º de paquetes tecnológicos para el cultivo	2 paquetes tecnológicos (1 para la ladera y 1 para la zona plana)	Agrosavia Unal Univalle Empresa privada	3 años	
		Parcelas demostrativas que busquen definir y comparar el resultado del manejo de agroinsumos (comerciales y genéricos) bajo criterios técnicos, para un manejo integrado de la producción	N.º de parcelas demostrativas	Al menos 1 parcela en cada una de las principales zonas productoras (Dagua, Restrepo, Vijes y La Cumbre)	Unal Entidades o centros de investigación	2 años	X
	Desconocimiento de las causas que ocasionan la malformación denominada <i>cintura</i> en las zonas productoras del departamento	Investigación dirigida a identificar las causas de la malformación denominada <i>cintura</i> en la piña en el Valle del Cauca	N.º investigaciones	1 investigación que permita ampliar los conocimientos de la malformación <i>cintura</i>	Unal	2 años	
	Desconocimiento de factores que afectan en la determinación de grados de translucidez (asociados a la madurez fisiológica, las prácticas de fertilización y riego)	Investigación dirigida a determinar grados de translucidez de acuerdo con la madurez fisiológica, el manejo y la nutrición de la piña	N.º investigaciones	1 investigación basada en la translucidez de la piña	Univalle Unal	2 años	X



Objetivo específico:		Investigar el impacto ambiental y social del cultivo y proponer alternativas de gestión de los recursos naturales, en la búsqueda de contribuir a la solución de los problemas ambientales del agronegocio					
Aspecto	Brecha	Temas según demandas de investigación	Indicador	Meta	Posibles entidades a cargo	Tiempo estimado	Alineación con el proyecto (X)
Eslabón de producción							
Agroquímicos, prácticas de labranza e impacto del cultivo	Desconocimiento de parámetros fisiológicos para determinar el momento de aplicación de reguladores artificiales o inductores de floración, y de los efectos de su uso inadecuado	Determinación de parámetros fisiológicos que permitan precisar los tiempos de inducción a la floración (transferencia tecnológica)	N.º de investigaciones	1 estudio realizado para los municipios de Dagua, Restrepo, Vijes y La Cumbre	Unal	2 años	X
	Desconocimiento del impacto ambiental del cultivo a causa del uso no controlado de agroquímicos (p. ej., aplicaciones sin considerar los LMR ni los periodos de carencia) y controles insuficientes de trazas y residualidad en el ámbito nacional	Medir los periodos de carencia, residualidad y LMR de los agroinsumos de mayor uso en el cultivo (evaluando la planta, el suelo y el fruto)	N.º investigaciones	1 estudio realizado para 5 municipios productores del Valle del Cauca	ICA Unal Empresa privada	Entre 3 y 5 años	
		Medir los efectos del uso de los plaguicidas en el medioambiente vs. el uso de biocontroladores	N.º de investigaciones	1 estudio que permita comparar los efectos residuales y el comportamiento del cultivo, bajo sistemas de producción convencionales vs. no convencionales (biológicos), por ejemplo, a través del seguimiento de parcelas demostrativas	Unal Centros de investigación	En promedio 2 años	

Continúa



Aspecto	Brecha	Temas según demandas de investigación	Indicador	Meta	Posibles entidades a cargo	Tiempo estimado	Alineación con el proyecto (X)
Agroquímicos, prácticas de labranza e impacto del cultivo	Desconocimiento del impacto ambiental del cultivo a causa del uso no controlado de agroquímicos (p. ej., aplicaciones sin considerar los lmr y los periodos de carencia), y controles insuficientes de trazas y residualidad en el ámbito nacional	Estructurar un protocolo del uso de bioinsumos, para establecer cultivos limpios y evaluar la factibilidad económica y productiva	N.º de protocolos o manuales	1 protocolo que describa el establecimiento y manejo de cultivos limpios 1 estudio que evalúe la factibilidad económica y productiva de un cultivo limpio comercial de piña	Agrosavia Unal Empresa privada (productores de bioinsumos)	Al menos 5 años	
		Evaluación del impacto socioeconómico y ambiental del cultivo de la piña	N.º de investigaciones	1 estudio que otorgue información del impacto socioeconómico del cultivo para los actores de la cadena y el departamento	Ciat Agrosavia	2 años	
		Evaluación del impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo de piña en los principales municipios productores de las zonas de ladera	N.º de investigaciones	1 investigación que evalúe el impacto del cultivo en el recurso hídrico	Univalle Unal Agrosavia	2 años	
	Inadecuadas prácticas de labranza (manejo de drenajes y cultivos a favor de la pendiente)	Investigación que permita medir las pérdidas de cantidad del suelo durante los ciclos de producción, establecer alternativas de manejo y conservación, y evaluar el impacto ambiental del cultivo	N.º de investigaciones	1 estudio de medición de pérdida del suelo en una zona de ladera	Unal Agrosavia cvc Secretaría de Ambiente, Agricultura y Pesca	5 años	X



Objetivo específico: Evaluar, a través de procesos de investigación, la potencialidad industrial de la fruta, sus componentes y residuos, y el mercado potencial para productos procesados a base de piña							
Aspecto	Brecha	Temas según demandas de investigación	Indicador	Meta	Posibles entidades a cargo	Tiempo estimado	Alineación con el proyecto (X)
Eslabón de agroindustria							
Agroindustria	Escasa innovación en procesos de agroindustria	Estudios de aprovechamiento industrial de la piña para la elaboración de productos innovadores	N.º de investigaciones N.º de productos desarrollados	Al menos 2 investigaciones del uso de la piña en la agroindustria. Desarrollo de 1 producto innovador	Univalle	2 años	X
		Estudios de aprovechamiento industrial de los residuos industriales de la piña	N.º de investigaciones	Al menos 1 investigación basada en los residuos de la piña	Univalle Unal	2 años	
		Estudio de mercado para definir productos procesados de piña con mayor demanda en el mercado nacional y con potencial de exportación	N.º de investigaciones	1 estudio de mercado que priorice al menos 1 producto con potencial exportador	Univalle Empresa privada Empresas consultoras	1 año	X
Eslabón de comercialización							
Logística	La ineficiencia de la infraestructura vial y portuaria y los elevados costos logísticos (p. ej., fletes internos, tiempos de revisión y trámites de exportación) causan pérdidas comerciales no estimadas	Investigación de operación y procesos logísticos de comercialización que permitan estructurar 1 protocolo de distribución y evaluar los efectos de los retrasos en la fruta de exportación	N.º de investigaciones	1 investigación logística que evalúe la exportación de piña desde el Valle del Cauca	Mincit PTP Procolombia	3 años	

Fuente: elaboración propia.



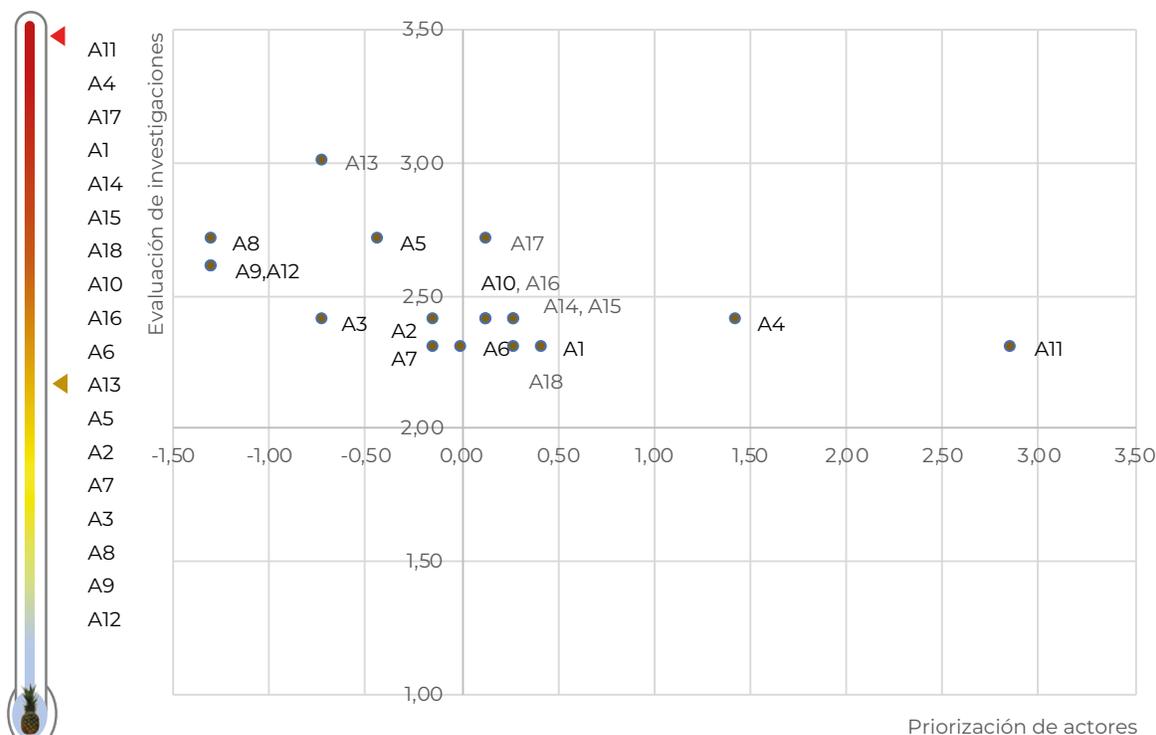
Taller de priorización de alternativas de investigación para la cadena de la piña del Valle del Cauca

Palmira - 22/06/2018

Participantes: actores de la cadena

6.2. Priorización de propuestas de investigación

Según lo indicado en el árbol de soluciones y en el plan de acción, se confluye en el planteamiento de 18 alternativas de investigación, las cuales requirieron 2 momentos de evaluación: el primero, bajo la responsabilidad de expertos y el segundo a cargo de los demás actores de la cadena (productores, transformadores, comercializadores y entidades prestadoras de servicios). La figura 11 contiene un plano cartesiano que permite ubicar los puntos resultantes en los ejercicios, y comparar las calificaciones otorgadas por los evaluadores.



Código	Investigaciones
A1	Ejecutar un proyecto que permita, a través de la instalación y manejo de un banco de semillas, estudiar la influencia climática, seleccionar semilla clonal y asegurar la disponibilidad de material genético de calidad y adaptado a la ladera
A2	Evaluación de factores que inciden en la floración natural y afectan la productividad del cultivo en ladera
A3	Estudio de zonificación para el establecimiento del cultivo de la piña
A4	Validar y ajustar paquetes tecnológicos integrales del cultivo para las zonas plana y de ladera
A5	Parcelas demostrativas que busquen definir y comparar el resultado del manejo de agroinsumos (comerciales y genéricos) bajo criterios técnicos, para un manejo integrado de la producción
A6	Investigación dirigida a identificar las causas de la malformación denominada <i>cintura</i> en la piña en el Valle del Cauca
A7	Investigación orientada a determinar grados de translucidez, de acuerdo con la madurez fisiológica, el manejo y la nutrición de la piña
A8	Determinación de parámetros fisiológicos que permitan precisar los tiempos de inducción a la floración (transferencia tecnológica)
A9	Medir los periodos de carencia, residualidad y LMR de los agroinsumos de mayor uso en el cultivo (planta, suelo y fruto)
A10	Medir los efectos del uso de los plaguicidas en el medioambiente vs. el uso de biocontroladores
A11	Estructurar un protocolo del uso de bioinsumos para establecer cultivos limpios y evaluar la factibilidad económica y productiva
A12	Evaluación del impacto socioeconómico y ambiental del cultivo de la piña
A13	Evaluación del impacto del uso del recurso hídrico en el cultivo de la piña en los principales municipios productores de las zonas de ladera
A14	Investigación que permita medir las pérdidas de cantidad del suelo durante los ciclos de producción, establecer alternativas de manejo y conservación, y evaluar el impacto ambiental del cultivo
A15	Estudios de aprovechamiento industrial de la piña para la elaboración de productos innovadores
A16	Estudios de aprovechamiento industrial de los residuos industriales de la piña

Continúa



A17	Estudio de mercado para definir productos procesados de piña con mayor demanda en el mercado nacional y con potencial de exportación
A18	Investigación de operación y procesos logísticos de comercialización que permitan estructurar un protocolo de distribución y evaluar los efectos de los retrasos en la fruta de exportación

Figura 11. Priorización y viabilidad de propuestas de investigación para la cadena de la piña en el Valle del Cauca

Código de colores:

	Alternativas de investigación priorizadas por investigadores y con baja valoración por parte de los actores de la cadena
	Alternativas de investigación priorizadas tanto por los investigadores como por los actores de la cadena

Fuente: elaboración propia.

Gran parte de las brechas tecnológicas de la cadena de la piña en el Valle del Cauca y, por ende, de las alternativas de investigación, se concentran principalmente en los eslabones de insumos y producción. En la figura 11, es posible observar que 10 de las 18 investigaciones propuestas para contribuir al cierre de las brechas tecnológicas de la cadena se encuentran en el cuadrante superior derecho, lo cual indica que han sido priorizadas por los actores de la cadena y, a su vez, consideradas viables por los investigadores expertos.

En cuanto a los temas priorizados, estos se relacionan con las necesidades mencionadas a continuación: 1) evaluar la adopción de tecnologías de producción limpia, 2) adaptar paquetes tecnológicos que permitan el manejo integrado del cultivo, 3) analizar la posibilidad de incursionar en nuevos mercados, 4) contar con material genético de calidad fitosanitaria y adaptado a las zonas de producción, 5) medir las pérdidas del recurso suelo durante el desarrollo del cultivo, 6) investigar alternativas de aprovechamiento industrial de la fruta, 7) valorar las repercusiones económicas causadas por los retrasos logísticos del proceso comercial, 8) estudiar el impacto de los plaguicidas, 9) evaluar la potencialidad de los residuos de la fruta y el cultivo y 10) estudiar el fenómeno denominado *cintura* de la piña.

Entre las propuestas restantes se incluyen la determinación de parámetros fisiológicos para precisar tiempos de inducción floral, la medición de los LMR de los agroinsumos de mayor uso en el cultivo, los estudios de zonificación, la evaluación de factores que inciden en la manifestación de la floración natural, la valoración del impacto socioeconómico del agronegocio, la determinación de grados de translucidez vs. la madurez fisiológica y la instalación de parcelas demostrativas. Estas alternativas de investigación se ubican en el cuadrante superior izquierdo, lo cual señala que, aunque fueron consideradas viables por los expertos, no recibieron valoración similar por parte de los actores de la cadena en su conjunto.

Es preciso aclarar que todas las investigaciones han sido consideradas de importancia; sin embargo, existen algunas que bajo la perspectiva de los actores requieren mayor premura. Esto muestra una importante brecha comunicacional entre la academia y las entidades de investigación, con los productores, transformadores y comercializadores.

Además de las propuestas de investigación planteadas, los actores de la cadena propusieron los siguientes estudios:

- El planteamiento de un modelo de negocio asociativo que involucre a productores, agroindustrias y comercializadores en una relación ganar-ganar.
- Realizar una investigación que permita medir la productividad de la adopción de paquetes tecnológicos limpios u orgánicos en el cultivo de la piña.
- Conocer los requerimientos del manejo del cultivo para la obtención de la segunda cosecha.



6.3. Articulación con el plan estratégico de la cadena regional

En el marco legal, la Ley 811 de 2003 del MADR reglamenta los requisitos que toda cadena productiva del orden regional o nacional debe tener en cuenta en su proceso de inscripción ante esta entidad, con fines de reconocimiento organizativo o gremial. La normativa dictamina que, en primera instancia, es preciso diagnosticar el funcionamiento de la cadena e identificar las brechas que fundamentan su visión, objetivos estratégicos, estrategias y metas, es decir, el plan estratégico.

Respecto a lo planteado, es necesario que el plan de la cadena de respuesta a los siguientes puntos: 1) mejora de la productividad y competitividad, 2) desarrollo del mercado de bienes y factores de la cadena, 3) disminución de los costos de transacción entre los distintos agentes de la cadena, 4) desarrollo de alianzas estratégicas de diferente tipo, 5) mejora de la información entre los agentes de la cadena, 6) vinculación de los pequeños productores y empresarios a la cadena, 7) manejo de recursos naturales y medioambiente, 8) formación de recursos humanos y 9) investigación y desarrollo tecnológico.

En lo que respecta a este documento, sus resultados aportarían al cumplimiento del noveno punto de la reglamentación (ver figura 12); por esta razón, existen elementos de congruencia y similitud entre el plan estratégico de la cadena y el plan de investigación y desarrollo —en lo que concierne a los aspectos de investigación— dado que de forma semejante, ambos ejercicios parten del análisis de brechas y concluyen en la definición de actividades, metas, indicadores y posibles entidades responsables de la ejecución de cada acción. Además, en el caso del plan estratégico, si bien los actores contaban con avances significativos en términos de su formulación, con el desarrollo de los talleres multiactores —que pretendían dar forma a este plan de investigación y desarrollo— fue posible ayudar al comité regional de la piña a concluir la estructuración del plan en su totalidad.

Es preciso enfatizar que este plan de investigación y desarrollo aporta a la ejecución de algunas actividades propuestas en el plan estratégico de la cadena (o parte de ellas), dado que se enmarca en un proyecto delimitado en términos de tiempos, metas y presupuesto. Así, el principal aporte en conocimientos se dirige a cerrar brechas de investigación para el cultivo, procesamiento y comercialización de la piña de la variedad MD-2.

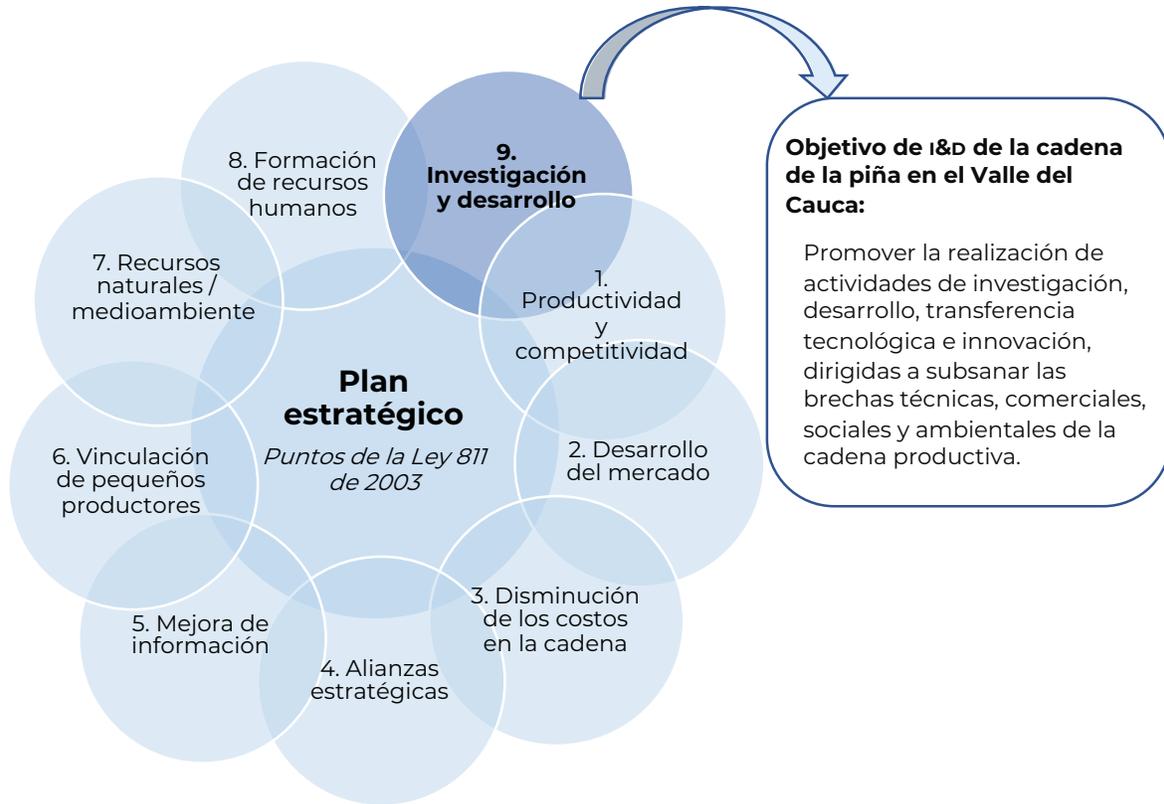


Figura 12. Objetivo estratégico de I&D de la cadena regional de la piña

Fuente: elaboración con base en la Ley 811 de 2003 y el plan estratégico de la cadena regional de la piña.

6.4. Capacidad departamental de investigación y desarrollo tecnológico para el sector agrícola

• 6.4.1. Promoción de la investigación agrícola y agroindustrial en el Valle del Cauca

El Valle del Cauca tiene una gran capacidad regional de investigación que está representada por entidades que promueven la búsqueda de nuevos conocimientos para el sector agrícola, entre las que se encuentran centros de investigación y desarrollo tecnológico y universidades que ofertan programas de agronomía, agroindustria y afines (p. ej., la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira; la Universidad del Valle, la Universidad del Pacífico; la Universidad San Buenaventura; y la Universidad Pontificia Bolivariana). Adicionalmente, en el departamento se ubican algunas entidades que hacen parte del ecosistema del sector agrícola y que fortalecen el desarrollo de conocimientos en numerosas temáticas a través de la ejecución de programas y proyectos.

Además de universidades, entre las organizaciones que promueven el desarrollo del sector se encuentran, el ICA, Agrosavia, el Ciat, entre otros. Junto a ellas, con una gran importancia, aparece también el *Parque Biopacífico*, el cual está llamado a articular la oferta científica y tecnológica del departamento, con los fines de promover la competitividad e innovación agrícola e industrial en la región y de facilitar el relacionamiento institucional de la academia, los centros de investigación, el sector empresarial y las entidades estatales (Parque Biopacífico, 2017).

Dentro de este marco, cabe resaltar la valiosa labor misional de investigación de Agrosavia. Esta entidad definió en el 2016 el “Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación del Sector



Agropecuaria (Pectia 2017-2027)”, en el que se encuentran identificadas las demandas de investigación de las 5 regiones del país (Amazonía, Andina, Costa Caribe, Orinoquía y Pacífica), para 34 cadenas productivas, entre estas la piña, en la clasificación de frutales.

En la actualidad, Agrosavia adelanta el desarrollo del macroproyecto nacional de la piña 2019-2023, denominado “Opciones tecnológicas para el desarrollo y manejo sostenible del cultivo de la piña (*Ananas comosus* (L) Merrill), en las principales zonas productoras de Colombia”²⁴, el cual tiene como propósito generar opciones tecnológicas para el cultivo de la variedad MD-2 y valorar la potencialidad de otros cultivares de zonas productoras del país. En este programa, Agrosavia (2018) ha priorizado a los departamentos de la Costa Atlántica, Putumayo, Caquetá, Meta y Antioquia, para un ejercicio de diagnóstico, y a los departamentos de Santander, Cauca y Valle del Cauca, para una fase de investigación, con el fin de dar respuesta a una serie de demandas de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena nacional.

La primera etapa del programa consistió en el diagnóstico de las problemáticas (validadas junto con los comités regionales de cada departamento) y limitantes de la producción de la piña, la identificación de las mejores condiciones para el desarrollo de la producción y las potencialidades del cultivo; la segunda incluye el desarrollo de las recomendaciones técnicas generadas durante la primera etapa. Para desarrollar este conjunto de opciones tecnológicas se plantearon 4 grandes proyectos (ver tabla 5).

Tabla 5. Componentes del macroproyecto nacional de Piña, 2019-2023, a cargo de Agrosavia

Proyecto	Descripción
Ampliación de la oferta varietal de piña en Colombia	Este proyecto busca incrementar la oferta varietal de piña en Colombia a partir del germoplasma disponible. Dentro de las actividades que lo componen se encuentran las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar variedades promisorias. • Ampliar el banco de germoplasma nacional con la introducción de nuevas variedades. • Caracterizar morfoagronómica y molecularmente materiales genéticos. • Evaluar los cultivares promisorios en las principales zonas productivas.
Estrategias de manejo agronómico para la piña MD-2 en fase productiva (fruto y semilla), para las principales zonas productoras, al potenciar los parámetros de adaptación y sostenibilidad	El objetivo principal de este proyecto es mejorar la productividad, sostenibilidad y adaptabilidad del cultivo, a través de prácticas en el manejo del suelo, del recurso hídrico y la promoción vegetal.
Generación de estrategias para el manejo integrado de las principales enfermedades y plagas que se presentan en el cultivo de piña MD-2	El propósito del proyecto es generar estrategias de manejo integrado para las plagas y enfermedades de mayor incidencia en el cultivo. Entre las actividades que incluye esta iniciativa se encuentran las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> – Construir una línea base de plagas y enfermedades en las principales zonas de producción. – Realizar un análisis epidemiológico de enfermedades priorizadas, estudiar virus y validar el impacto de plagas limitantes.
Desarrollo de alternativas de valorización de la piña en Colombia	En este último proyecto, el objetivo es generar estrategias de valorización agroindustrial para la piña en Colombia. Entre los resultados que se esperan obtener, se mencionan los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Plantear alternativas para prolongar la vida útil del producto y de los procesos agroindustriales. • Proponer parámetros de cosecha en diferentes condiciones edafoclimáticas. • Caracterizar parámetros de cosecha y poscosecha. • Diseñar prototipos de subproductos para el productor.

Fuente: Agrosavia (2018).

²⁴ La información del macroproyecto contenida en el presente documento es resultado de la socialización del mismo el 21 de febrero de 2018 durante una reunión del Comité Departamental de la Piña, en las instalaciones de Agrosavia.



• 6.4.2. Grupos de investigación regionales

Con el fin de revisar las capacidades regionales —en lo que se refiere a los grupos de investigación del Valle del Cauca— se realizó una búsqueda en los registros de la convocatoria nacional n.º 781 de 2017 de la red de información Scienti²⁵, a cargo del departamento administrativo de Colciencias, para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en Colombia. De acuerdo con los resultados encontrados, a nivel departamental existe un total de 413 grupos de investigación (el 8 % de los grupos del país), categorizados y reconocidos en los municipios de Cali, Palmira, Tuluá, Guadalajara de Buga y Buenaventura (ver tabla 6). De estos, 91 grupos han aportado a la gestión del conocimiento para el sector primario y, a su vez, 15 han reportado nuevos desarrollos con relación a la piña en las siguientes categorías o *grandes áreas* de la investigación: 1) ciencias agrícolas, 2) ciencias naturales y 3) ingeniería y tecnología.

Tabla 6. Grupos de investigación relacionados con el sector agrícola en el Valle del Cauca

Gran área	Área	Categorías					Total	Temas relacionados afines
		A1	A	B	C	Reconocidos		
Ciencias agrícolas	Agricultura, silvicultura y pesca	4	3	6	5	3	21	Agricultura, suelos, agroecología, mejoramiento genético y productividad, entre otros
Ciencias naturales	Ciencias biológicas	10	9	5	8	4	36	Diversidad biológica, cambio climático, cadenas productivas, biología de las plantas y diversidad vegetal
	Ciencias de la tierra y medioambientales	0	1	2	2	1	6	Suelos, medioambiente y sustentabilidad
Ingeniería y tecnología	Ingeniería ambiental	3	1	2	3	0	9	Recursos hídricos
	Otras ingenierías y tecnologías	5	3	3	7	1	19	Agroindustria e ingeniería de procesos alimentarios
Subtotal		22	17	18	25	9	91	
Total grupos de investigación en el Valle del Cauca		58	87	87	153	28	413	
Total grupos de investigación en Colombia		523	762	1168	2113	641	5207	
% Valle del Cauca		11	11	7	7	4	8	

Fuente: elaborado con base en Colciencias (2017).

En la gran área de *ciencias agrícolas* se reportan grupos que desde hace más de 3 décadas vienen realizando investigaciones en el sector (ver tabla 7). En 1993 el Valle del Cauca se posicionó en un segundo lugar en la producción de piña a nivel nacional; en esta época, la variedad cultivada mayoritariamente era la manzana, mutación de la variedad Perolera (Salazar, 1985). En su momento, instituciones como la Fundación Centro Frutícola Andino, el ICA y la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, lideraron el proceso de investigación a nivel departamental; por ello, en ese mismo año, se organizó en Cali el Primer Simposio Latinoamericano de Piñicultura, en el que varios expertos, no solo nacionales sino extranjeros participaron exponiendo temas sobre recursos genéticos, tecnología de la producción, sanidad del cultivo, poscosecha, agroindustria y mercadeo.

²⁵ Scienti: red Internacional de fuentes de información y conocimiento para la gestión en Ciencia, Tecnología e Innovación.



25 años después, estas instituciones, sumadas a otras como Agrosavia, siguen trabajando e investigando en temas relacionados con el sector. Históricamente se ha dado especial énfasis a la investigación del renglón productivo. Un ejemplo de ello es el estudio de la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de la piña. Sin embargo, aunque este tema ha sido ampliamente abordado, aún se evidencia una transferencia deficiente de los conocimientos. Es común ver entre los productores, a pesar de haber recibido capacitaciones y manuales sobre los problemas fitosanitarios, que dicho problema aún persiste. Tales hallazgos sugieren que todavía es necesario encontrar un mecanismo efectivo para que la investigación trascienda y sea apropiada por los agricultores.

Tabla 7. Grupos de investigación de la gran área de ciencias agrícolas que han abordado temas sobre piña

Gran área: ciencias agrícolas		
Código grupo	Institución (aval)	Nombre del grupo
Subárea: agricultura, silvicultura y pesca		
COL0067039	Unal Palmira	Grupo de investigación en agroecología
COL0015132	Unal Palmira	Grupo de investigación en uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos
COL0032198	Unal Palmira	Grupo de investigación en frutales tropicales
COL0013675	Unal Palmira	Mejoramiento genético, agronomía y producción de semillas de hortalizas
COL0139989	Unal, Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi)	Protección vegetal para el mejoramiento de la productividad
COL0089477	Unal Palmira	Grupo de acarología
COL0046139	Agrosavia	Investigación en frutas del trópico

Fuente: elaborado con base en Colciencias (2017).

Con respecto a la revisión e identificación de la oferta de publicaciones científicas a nivel local, nacional e internacional, el 26,2 % está dirigido al eslabón primario. Dentro de este porcentaje, los temas de enfermedades, nutrición, manejo del cultivo y plagas son los que agrupan un mayor número de productos de investigación. No obstante, temas como el cambio climático y sus consecuencias se presentan como nuevos retos sobre los cuales la investigación debe dar respuesta.

La Universidad Nacional de Colombia (Unal) fue la encargada de dirigir durante el año 2012 estudios relacionados con la conservación del suelo, estudios que resultaban pertinentes al considerar que el cultivo de la piña, junto con otras prácticas como la ganadería, era una de las mayores causas de la degradación del suelo. A su vez, en ese año, se realizó una investigación para evaluar los efectos de la siembra mecanizada en zona de ladera y, para ello, se compararon 3 métodos: 1) siembra a chuzo (método tradicional), 2) con bueyes y 3) con hoyador motorizado. Los resultados evidenciaron que, al realizar esta actividad de forma mecánica, los costos de inversión disminuyeron, en especial en la mano de obra. Esta técnica logró el menor número de jornales empleados para llevar a cabo la labor y dichos jornales hicieron, a su vez, este proceso más eficiente.

En ese mismo año, investigadores de la Unal participaron en uno de los subcapítulos del libro *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*, en el que se destacan varias generalidades del cultivo y de la planta, así como también se hace referencia a las condiciones edafoclimáticas óptimas para su desarrollo y a las prácticas de manejo del cultivo, como clasificación y desinfección de la semilla, siembra, nutrición y manejo del riego. Este apartado del libro también incluyó la descripción y recomendaciones sobre el manejo de las principales plagas y enfermedades presentes en la piña y el manejo poscosecha de la fruta.

Posteriormente, en el 2014 la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Unal, sede Palmira, ejecutó el diagnóstico fitosanitario de 13 renglones frutícolas en el departamento (aguacate, papaya, mango, fresa, mora, melón, lulo, bananito, chontaduro, cítricos, maracuyá, uva y piña), en el que



se estudiaron los principales hongos, bacterias, ácaros y virus asociados a estos cultivos. Durante la ejecución del proyecto, los investigadores visitaron alrededor de 180 predios de pequeños productores de piña distribuidos en los municipios de Restrepo, Dagua, La Cumbre, Vijes Alcalá, Roldanillo, El Cerrito y Yotoco.

Las principales especies de insectos asociadas al cultivo fueron *S. megarus* (tecla), *M. dimidiatipennis* (picudo), *Scutigerella* (sinfilidos) y *D. brevipipes* (cochinillas). La investigación describió cada uno de ellos e identificó los daños ocasionados en la fruta. Así mismo, se detectaron enfermedades de alta incidencia en los diferentes estados fenológicos, como la pudrición radical, cuyo agente causal es *Fusarium* spp., y la pudrición del cogollo y de la fruta ocasionadas por *Phytophthora* sp. Por último, se recomendó implementar estrategias de integración de prácticas, tales como el control cultural, químico (usado de forma controlada) y biológico, según su grado de compatibilidad; además, se resaltó que, para ello, es importante el esfuerzo y la participación de todos los sectores involucrados: productores, MADR, Secretaría de Agricultura, asistentes técnicos, universidades y centros de investigación, con el fin de adoptar de forma eficiente el enfoque del Manejo Integrado de Plagas (insectos y ácaros).

El grupo de investigación Frutales Tropicales de la Unal, en el año 2016, realizó un trabajo de maestría sobre determinación de los requerimientos nutricionales de la piña variedad MD-2 en suelos ácidos en diferentes etapas fenológicas y su efecto en el rendimiento y la calidad de la fruta. Para ello, se usaron 6 tratamientos con combinaciones de diferentes niveles de elementos mayores (N, P y K). Los resultados evidenciaron que los componentes que el cultivo absorbe en mayor cantidad son el N y el P, en particular, en la primera etapa y, luego, van descendiendo hasta la inducción floral; lo contrario pasa con el K, el cual presenta menores niveles de absorción durante los primeros meses, pero, luego, se incrementa. Aunque el estudio realizó comparaciones de diferentes tratamientos y determinó el comportamiento en el análisis de crecimiento, el uso eficiente de nutrientes y la productividad, no estableció un comparativo de costo-beneficio que pudiera identificar qué tratamiento era más beneficioso en términos económicos para los agricultores.

En este ámbito, desde el año 2000, el grupo Frutas del trópico de Agrosavia ha venido desarrollando investigaciones de los principales sistemas productivos frutícolas y de áreas temáticas relacionadas. En el caso de la piña, en el año 2006, junto con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (cvc), a través del proyecto “Transferencia de tecnología para el manejo y conservación de suelos de ladera en zonas productoras de piña de los municipios de Dagua y Restrepo”, desarrolló una estrategia para el manejo y conservación de suelos de ladera en la siembra de cultivos comerciales. A partir de este trabajo se generó una cartilla con aplicaciones prácticas para el cultivo de la fruta, tal como la siembra atravesada, la cual consiste en trazar surcos a través de la pendiente siguiendo la curva a nivel. Otra de las recomendaciones dadas fue el establecimiento de barreras vivas, cuya principal función es actuar como muro de contención para evitar el arrastre de los suelos que sucede por el efecto del deshierbe y por las pendientes mayores a 30 %.

En la gran área de *ingeniería y tecnología*, se identificaron 6 grupos que han desarrollado investigaciones sobre procesos industriales y creación de valor de la piña (ver tabla 8). Algunas de las instituciones que participan al lado de sus grupos de investigación son las universidades Unal (sede Palmira), Univalle, Icesi y San Buenaventura. De este modo, la investigación en esta área ha resultado en documentos como tesis de pregrado y maestría, artículos y proyectos de investigación y desarrollo.



Tabla 8. Grupos de investigación de la gran área de ingeniería y tecnología que han abordado temas sobre la piña

Gran área: ingeniería y tecnológicas		
Código grupo	Institución (aval)	Nombre del grupo
Subárea: otras ingenierías y tecnologías		
COL0011339	Univalle	Grupo de investigación en logística y producción
COL0073851	Unal Palmira	Grupo de investigación en procesos agroindustriales (Gipa)
COL0035439	Universidad de San Buenaventura	Biotecnología
COL0005609	Univalle	Grupo de investigación en ingeniería de los procesos agroalimentarios y biotecnológicos (Gipab)
COL0039887	Unal Palmira	Grupo de investigación en manejo y agroindustrialización de productos de origen biológico
COL0013254	Universidad Icesi	Grupo de investigación Leonardo

Fuente: elaborado con base en Colciencias (2017).

Con relación a los grupos de investigación, la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por ejemplo, posee 2 grupos (Grupo de investigación en procesos agroindustriales [Gipa] y Grupo de investigación en manejo y agroindustrialización de productos de origen biológico) dedicados a la investigación en este sector. El primero de estos realizó un estudio titulado *Efecto del tipo de corte y tipo de envase en la conservación de la piña ‘Oro Miel’ mínimamente procesada* que trata sobre el tema referido por el título. El objetivo fue determinar el efecto del tipo de corte y envase apropiados para mantener la resistencia a la penetración, color y aceptación sensorial de la piña mínimamente procesada bajo condiciones de almacenamiento refrigerado. Los hallazgos del equipo llevaron a la conclusión de que el tipo de corte y empaque que conservaron mejor las características de calidad de la fruta correspondieron al corte en cuartos de rodajas y al empaque al vacío. Este hecho coincide sensorialmente con la calificación dada por los 30 panelistas no entrenados, quienes analizaron el sabor y la apariencia general.

Además, los grupos mencionados realizaron otro estudio similar denominado *Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos físico-químicos y sensoriales de la piña “Manzana” mínimamente procesada*, en el que se evaluaron diferentes mecanismos de conservación como un recubrimiento comestible y 4 envases, y su capacidad para conservar los atributos físico-químicos y sensoriales de la fruta. A su vez, se realizaron análisis físico-químicos y sensoriales a los 0, 4, 8, 12, 16, 20 y 24 días de almacenamiento refrigerado. Como resultado, se halló que el tratamiento con mejor desempeño fue en bolsa plástica de PEBD 70 μm a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ y $90 \pm 2\%$ de HR, sin recubrimiento comestible y tratada previamente con ácido ascórbico (1% v/v), ácido cítrico (1% v/v) y CaCl_2 (1% v/v).

Por otra parte, la Universidad Icesi, con el grupo de investigación interdisciplinario Leonardo de la facultad de ingeniería, desde el 2003, participa en la investigación aplicada de la piña. A partir de ese año, se han generado diversos proyectos de pregrado, tales como *Ujúma: sistema itinerante de trabajo para siembra de piña con semilla axial en cultivos de grandes extensiones del Valle del Cauca*. Este proyecto se enfocó en dar solución a un problema de salud ocupacional evidenciado en el cultivo extensivo de la piña: el gran esfuerzo y desgaste físico que generan las posturas y jornadas de los trabajadores dedicados a la práctica de la siembra. Por tal razón, el proyecto diseñó una máquina agrícola ergonómica que mejora la condición de los trabajadores y hace más eficiente la labor de la siembra. Para ello, combinó los saberes del conocimiento ancestral y la tecnificación del proceso.

Otro proyecto de grado generado por este mismo grupo de investigación se denominó *Cabiriá: vehículo para la recolección y clasificación de la piña*. Al igual que el anterior proyecto, este fue diseñado para utilizarse en cultivos extensivos y de topografía plana. Este vehículo transita en medio de los surcos del cultivo y debe ser sometido a tracción por 2 personas; además, posee una bandeja con capacidad de carga para varios guacales o canastillas.



Entre las universidades, también se encuentra la Universidad del Valle (Univalle) con su Grupo de investigación en ingeniería de los procesos agroalimentarios y biotecnológicos (Gipab), que tiene como propósito fundamental, generar y difundir conocimientos sobre la transformación y valor agregado a los recursos agroalimentarios locales. Es así como desde hace 7 años, este grupo reporta trabajos investigativos sobre aplicaciones tecnológicas innovadoras para la concepción de nuevos productos a partir de esta fruta.

En el 2012, el grupo mencionado realizó una investigación sobre el secado de piña (*A. comosus*) a través del método de ventana de refractancia, sistema que representa una alternativa para convertir alimentos de alta actividad de agua en productos más estables a las reacciones de deterioro. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los tratamientos con respecto a las variables de respuesta (contenido de humedad, actividad del agua, color y ácido ascórbico); para ello, los investigadores trabajaron con muestras cilíndricas de piña fresca con contenido de humedad inicial de 83,26 % bh y 15 % de sólidos solubles, espesores de 2, 3 y 4 mm y temperaturas de 85 y 90 °C.

El contenido de humedad alcanzado al final del proceso fue del 3 % para espesores de 2 mm. Para los demás espesores se reportaron valores menores a 7 % de humedad en base húmeda. Con respecto a las demás variables, los resultados de la investigación mostraron que la actividad de agua promedio final fue de $0,3485 \pm 0,0507$ aw, y el principal efecto fue el factor temperatura. Al respecto, es importante resaltar que la vitamina C o ácido ascórbico es termosensible, lo que significa que entre menor sea el tiempo de exposición del producto a altas temperaturas es menor la pérdida de la vitamina C (Abonyi *et al.*, 2001).

Por último, en esta gran área, la Universidad de San Buenaventura participó con su grupo adscrito de investigación en *Biotecnología*, el cual contempla dentro de su plan de trabajo la implementación y el desarrollo de proyectos de investigación en temas de interés para la industria y la región vallecaucana, con el fin de que puedan ser desarrollados por estudiantes de pregrado en ingeniería agroindustrial.

Así, en el año 2007 se publicó la tesis de pregrado denominada *Desarrollo de una conserva de piña (Ananas comosus) variedad Manzana Categoría II para comercializar en el mercado institucional en la ciudad de Santiago de Cali*. El objetivo de este proyecto fue desarrollar un producto con valor agregado, con el uso de la fruta de categoría II, la cual no cumple con las especificaciones para ser vendida en fresco debido a deformaciones como puntos negros y quemaduras en la cáscara.

A partir de lo anterior, se plantearon métodos de elaboración de conservas. Como resultado, se observó que, para la variedad manzana, el método de escaldado no era el más apropiado, debido a que esta fruta presenta un alto contenido de acidez; por tanto, se decidió procesarla mediante cocción durante 15-20 minutos con jarabe de sacarosa para favorecer el color de la conserva final. Luego, fue caracterizada y se obtuvo un producto con un pH inferior a 4,5 (con 18 °Bx) y un porcentaje de peso escurrido mínimo de 78 %. Al final de la investigación se concluyó que el 61 % del mercado institucional estaría dispuesto a adquirir conservas de piña, en especial, como materia prima para ser usada en pizzerías, pastelerías, panaderías y restaurantes *gourmet*.

Por otra parte, en el 2012, esta universidad adelantó una investigación sobre la identificación de las levaduras nativas presentes en los zumos de piña, mora y uva. El objetivo principal de este estudio consistió en el aislamiento e identificación de las levaduras encontradas en el zumo de cada una de las frutas. Así, para la identificación de las cepas levaduriformes, se usaron técnicas moleculares que permitieron identificar un total de 66, de las cuales 20 correspondieron al zumo de piña. Algunas de las especies reportadas en la fase inicial, durante la fermentación de la chicha de la piña, fueron *P. kluyveri* y *C. pseudointermedia*. Finalmente, la investigación mostró la gran variedad metabólica de las especies aisladas a partir de las 3 frutas y enfatizó en la importancia y la aplicación de las mismas en el campo del biocontrol y la biorremediación en el sector agrícola.

Por último, otra gran área es la de *ciencias naturales*, en la que se encontró la participación de 2 grupos de investigación (ver tabla 9). El primero se ubica en la subárea de *ciencias biológicas*, y se denomina Grupo de investigación en diversidad biológica de la Unal, sede Palmira. Su objetivo principal



es estudiar la diversidad biológica en 3 áreas: 1) animal, 2) microorganismos y 3) vegetal. En esta última, los estudios se centran en las investigaciones relacionadas con la recolección de diversos frutales, así como también, su caracterización morfológica, junto con citogenética y palinología, caracterización molecular, selección de materiales superiores y su multiplicación.

Con respecto a la piña, se reporta 1 trabajo de grado de maestría que consistió en medir el efecto del etefón en el desarrollo, floración, y calidad del fruto de la piña MD-2 (*A. comosus*), en las condiciones del Valle del Cauca. Para ello, se evaluó las respuestas de 5 dosis de etefón (200, 300, 400, 500 y 600 ppm), y un testigo referente (0 ppm), y se midieron los porcentajes de floración a los 40 y 60 días después de la inducción, junto con las dimensiones y el peso real de los frutos. Entre las conclusiones y resultados más relevantes, el investigador determinó que la dosis de 200 ppm de etefón es adecuada para obtener porcentajes de floración superiores al 96 %, a 60 días después de la inducción floral, sin que se afecten las características de pH, acidez, grados Brix, vitamina C y translucidez del fruto.

Tabla 9. Grupos de investigación de la gran área de ciencias naturales que han abordado temas sobre piña

Gran área: Ciencias naturales		
Código grupo	Institución (aval)	Nombre del grupo
Subárea: ciencias biológicas		
COL0071875	Unal Palmira	Grupo de investigación en diversidad biológica
Subárea: ciencias químicas		
COL0112889	Universidad Santiago de Cali	Grupo de investigación en electroquímica y medio ambiente (Giema)

Fuente: elaborado con base en Colciencias (2017).

En segundo lugar, se encuentra *ciencias químicas* en cuya subárea participa el Grupo de investigación en electroquímica y medio ambiente (Giema) de la Universidad Santiago de Cali. En el 2014, este adelantó un estudio sobre el desarrollo, caracterización y estudio sensorial de una barra nutritiva a partir de bagazo de piña, semillas de chía (*Salvia hispánica*) y lactosuero.

Posteriormente, en el 2018, se realizó un estudio sobre la generación de carbón activado a partir del cultivo de la piña (*A. comosus*), para su verificación en la remoción de metales pesados. Los residuos agroindustriales y otros materiales como maderas y cáscaras son usados para la elaboración de carbón activado, proceso en el que debe medirse su grado de adsorción y la capacidad de retener sustancias.

En conclusión, a lo largo de este apartado, el plan de investigación presenta una síntesis de los estudios realizados hasta el año 2018. De este modo, los resultados encontrados a partir de esta búsqueda son los siguientes: de las 6 grandes áreas de investigación clasificadas por Colciencias²⁶, 15 grupos están distribuidos en 3 áreas, *ciencias agrícolas*, *ingeniería y tecnología*, y *ciencias naturales*, las cuales han abordado investigaciones relacionadas con la piña en diferentes campos.

Según este panorama, existen oportunidades para que los grupos de investigación de las demás subáreas del conocimiento participen en diversos temas de investigación que son de relevancia para la cadena productiva. Entre estos, se resaltan la problemática ambiental y los efectos desencadenantes que contiene el desarrollo de este monocultivo. Otra temática notable es el aprovechamiento integral de la piña, es decir, que además de la utilización de la pulpa se propongan alternativas de uso para la cáscara, el corazón y la corona.

Si bien es evidente la capacidad con la que se cuenta para el desarrollo científico y la generación de conocimiento en cuanto a la cadena de la piña en el Valle del Cauca, el continuo crecimiento de los insumos científicos requiere del fortalecimiento de alianzas a largo plazo entre el sector público, el sector privado y la academia. Finalmente, la investigación debe considerar las demandas particulares

26 Los grupos de investigación se clasifican en las siguientes 6 grandes áreas: 1) ciencias agrícolas, 2) ciencias médicas y de la salud, 3) ciencias naturales, 4) ciencias sociales, 5) humanidades y 6) ingeniería y tecnología.



de esta cadena, de tal modo que acorten las brechas presentes en cada uno de los eslabones y permita el desarrollo sólido de la competitividad de la misma. De esta forma, la información puede y podrá ser utilizada para la toma de decisiones y apoyo para el direccionamiento estratégico de la investigación.

7. CONCLUSIONES

- Desde hace más de una década, la piña se cuenta entre los productos con potencial para la exportación. En el 2006, con el fin de aprovechar las potencialidades del campo colombiano, a la vez que se visualizaba una oportunidad del mercado proyectada al 2020, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) priorizó 10 grupos de productos, entre estos 14 frutas²⁷, entre las que se incluye la piña (MADR, 2006). En la actualidad, el Estado ha ratificado esto en el programa *Alianza - Agro Exporta*, que resalta los esfuerzos que a través del Programa de Transformación Productiva (PTP) llevarán a cabo el MADR y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincit), con el objeto de impactar en 8 cadenas productivas (incluida la de la piña), para aumentar su calidad, productividad, comercialización y exportaciones (Gobierno de Colombia, 2018).

De forma similar, en el Valle del Cauca, el cultivo de la fruta fue clasificado como promisorio en el *Plan Frutícola del Valle* en el 2006, por su potencial para atender el mercado interno y su prospectiva entorno al aprovechamiento de las oportunidades del mercado externo (Gobernación del Valle del Cauca, 2006). A partir del 2017, se ejecuta en el departamento el *Plan Integral de Fruticultura*, cuya implementación se ha centrado en trabajar en el fortalecimiento de 9 cadenas²⁸, según el potencial comercial de sus productos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la realización de las investigaciones propuestas en el presente documento contribuirá al mejoramiento del cultivo en términos de desarrollo, productividad, rendimiento y relacionamiento con el medioambiente. Al mismo tiempo, a través de la ciencia será posible ayudar a mejorar la calidad de la fruta con fines de comercialización nacional e internacional, evaluar el impacto del agronegocio para los pequeños, medianos y grandes productores y analizar la potencialidad de nuevos mercados; todo esto en consideración a que la priorización de la fruta desde las entidades estatales genera expectativas en el sector, e incentiva la ampliación de cultivos sin que se evidencie el mismo dinamismo en hacer tangible el potencial comercial.

- Afrontar las problemáticas del sistema de competitividad, ciencia, tecnología e innovación (C+CTeI) del Valle del Cauca requiere un esfuerzo por mejorar los siguientes aspectos: 1) la investigación, el desarrollo y la producción científica, asociados a la vocación productiva del departamento y a sus problemas socioeconómicos y ambientales, 2) la innovación, transformación y comercialización en los emprendimientos y empresas y 3) la transferencia tecnológica y la apropiación de conocimientos (Gobernación del Valle del Cauca, 2018).

En particular, para la cadena productiva de la piña —con énfasis en la variedad MD-2— el estado del arte de la investigación revela que, desde la Academia y los centros y grupos de investigación, se ha generado un amplio portafolio de producción científica. Sin embargo, de acuerdo con la percepción de los actores, hace falta ampliar la investigación en términos de las particularidades de producción y el contexto social y comercial del agronegocio en el departamento, por lo que se deduce que existe una clara brecha en la socialización de los resultados de las investigaciones y en la transferencia tecnológica.

Lo anterior afecta la competitividad de la cadena regional dado que la dinámica de la economía actual requiere de una acelerada adopción de conocimientos para responder a las variaciones del mercado; más aún, cuando se refiere a un cultivo adoptado recientemente por su

27 Frutas con potencial para la exportación: pitaya, mango, bananito, lima Tahití, feijoa, aguacate, uchuva, piña, maracuyá, lulo, mora, granadilla y tomate de árbol.

28 Plátano, mora, aguacate, chontaduro, guayaba, cítricos, piña, uva y lulo.



potencial comercial a nivel nacional e internacional, que conlleva a un periodo de aprendizaje acompañado de posibles desaciertos y pérdidas económicas.

- Desde la investigación, existe la oportunidad de generar nuevos conocimientos alineados a las dinámicas actuales de este monocultivo, por ejemplo, en el desarrollo de productos con valor agregado, con el fin de hacer uso integral de todas las partes de la fruta (no solo de la pulpa). Dado que la composición porcentual de la fruta es pulpa 33 %, corazón 6 %, cáscara 41 % y corona 20 % (Ticso, 2014), se recomienda desarrollar estudios de caracterización de todos estos componentes y demás residuos biomásicos que se generan tras la producción.
- En medio de las brechas que afectan la competitividad de la cadena de la piña en el Valle del Cauca, se retomaron las siguientes problemáticas que dada su naturaleza requieren, entre otras cosas, procesos de investigación: 1) la disminución de la calidad genética de la semilla MD-2 y la falta de parámetros técnicos para su manejo, 2) el establecimiento del cultivo en zonas de baja aptitud, 3) la ausencia de paquetes tecnológicos adecuados a las zonas planas y de ladera, 4) la manifestación de una malformación en el fruto (denominada *cintura*) que afecta su calidad comercial, 5) la obtención de frutos con grados no comerciales de translucidez, 6) la afectación de la calidad organoléptica del fruto asociada a la aplicación inadecuada de reguladores de crecimiento, 7) el desconocimiento del impacto ambiental del cultivo a causa del uso no controlado de agroquímicos que degradan el medioambiente e inhiben la respuesta ante plagas y enfermedades, 8) la erosión y afectación de la aptitud agrícola del suelo, 9) los bajos niveles de innovación agroindustrial y 10) los impactos negativos de la ineficiencia logística de los procesos comerciales.

Esta identificación previa de las brechas que sesgan la contribución del cultivo a los indicadores económicos del departamento dio paso a la estructuración de este plan de investigación y desarrollo, en el que se ha tenido en cuenta el dictamen de expertos e investigadores y la perspectiva de los demás actores de la cadena, en la búsqueda de una mirada holística. Así, el plan propone 18 alternativas de investigación definidas como respuesta a las problemáticas enunciadas.

Del total de las investigaciones propuestas, las 10 que se enuncian a continuación fueron priorizadas por los actores de la cadena y por los investigadores; así mismo, se manifestó que estas son las que requieren mayor premura en su abordaje y, por ende, deberían ejecutarse en el corto plazo: 1) valorar la adopción de tecnologías de producción sostenible, 2) adaptar sistemas productivos a las condiciones de las zonas que han demostrado mayor potencialidad para el cultivo, 3) valorar alternativas de mercado para la fruta y sus derivados, 4) estudiar las variables que inciden en la producción de material genético de calidad fitosanitaria, 5) medir las pérdidas en la cantidad y calidad del suelo tras las inadecuadas prácticas de labranza, 6) estudiar la potencialidad industrial de la fruta, 7) evaluar el impacto económico de los sobrecostos inmersos en las operaciones de comercialización nacional y de exportación, 8) analizar la potencialidad de uso de los residuos del cultivo, 9) evaluar los efectos de los plaguicidas sobre el medioambiente y 10) determinar las causas que impiden el correcto desarrollo de los frutillos de la piña y que ocasionan la *cintura*.

Además de las alternativas de investigación nombradas, los actores hacen énfasis en la necesidad de generar y socializar conocimientos para que el productor pueda obtener una segunda cosecha con altos niveles de productividad y rendimiento. Por otra parte, debido a la capacidad institucional en materia de investigación, las propuestas planteadas para dar respuesta a las demás brechas tecnológicas recibieron un mayor puntaje de priorización por parte de la comunidad científica, en comparación con el que les otorgaron los demás actores de la cadena; sin embargo, todos los evaluadores coincidieron en afirmar que deben llevarse a cabo para subsanar las debilidades de la cadena. Entre estas, se destacan la necesidad de estudiar los aspectos que inciden en la floración natural en las zonas de ladera y analizar aspectos que determinan el grado de translucidez en la fruta.



- En este documento se plantean opciones de investigación que se relacionan con objetivos estratégicos para cada eslabón de la cadena. De igual manera, se estiman tiempos de ejecución de las investigaciones y se proponen indicadores y posibles responsables (de acuerdo con las capacidades institucionales) para la realización de los estudios. No obstante, es importante tener en cuenta que la puesta en marcha y el seguimiento del plan en su totalidad, o parte del mismo, requiere de la acción mancomunada de la institucionalidad departamental, dado que, aunque su estructuración contó con representatividad de todos los eslabones, de la Academia y centros de investigación, es cada entidad la que finalmente debe evaluar la inclusión de estos requerimientos en sus planes de trabajo.

El presente documento se constituye como una guía que se suma a los planes sectoriales y agendas regionales al brindar información de una cadena productiva en particular y al proponer una ruta para las organizaciones del conocimiento. Además, se articula con la Ley 811 de 2003 del MADR, que rige a las organizaciones de cadena. De igual forma, se destacan las investigaciones que en el marco del proyecto “Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, occidente”, pueden llevarse a cabo con el fin de hacer un aporte significativo a la cadena productiva.

- Las problemáticas de desarrollo económico, social y ambiental en el Valle del Cauca repercuten en los índices de competitividad, ciencia, tecnología e innovación y muestran desarticulación regional frente a la trayectoria productiva y a las demandas del departamento (Gobernación del Valle del Cauca, 2018). En este sentido, es preciso que las organizaciones del conocimiento continúen articulándose con las demás entidades de apoyo, para generar y transferir conocimientos que surjan de la realidad de los encadenamientos productivos y no de la mera intencionalidad de los investigadores.

Además, es necesario involucrar a la sociedad (en este caso, a los actores de la cadena de la piña en el Valle del Cauca), de tal forma que sea posible cerrar las brechas que los distancian de una verdadera y equitativa generación de valor. Esto requiere que la investigación se vea acompañada de acciones de divulgación en un lenguaje apropiado para los interesados; solo así es posible llevar a cabo un proceso efectivo de transferencia tecnológica y contribuir al progreso de una comunidad.

- Durante la descripción del estado del arte de la producción científica en el ámbito internacional entre los años 2000 y 2018, se realizó una clasificación categórica de las publicaciones dispuestas en diferentes bases de datos académicas. Como resultado, se observó una clara tendencia de la comunidad científica en preferir estudios relacionados con las propiedades químicas de la planta y su fruto, así como los aspectos relacionados con el desarrollo del cultivo, el manejo poscosecha y la evaluación de procesos de agroindustria, por encima de estudios relacionados con temas referentes al mercado agrícola, la competitividad, o el impacto social y económico de la cadena productiva.

El panorama es similar a nivel nacional, a lo que se suma que, frente a otros países productores de piña como Brasil y competidores en el mercado externo como Costa Rica, Colombia se encuentra muy por debajo en los indicadores de producción de nuevos conocimientos. Esta desventaja comparativa desvirtúa las posibles expectativas del país a causa de sus potencialidades productivas e indica que aún hace falta camino por recorrer para superar las barreras que, en términos de competitividad, han limitado el crecimiento de las exportaciones de la fruta tropical.

Para el caso del Valle del Cauca, los requerimientos del mercado externo han limitado la participación de los actores de la cadena en el comercio internacional; en particular, la de los pequeños y medianos productores que han adaptado sus conocimientos acerca del manejo de otras variedades (como la manzana) a la producción del híbrido MD-2 con técnicas de producción a veces ineficientes. De este modo, deben dirigir su producción al mercado nacional, al ser este menos exigente en términos de calidad, planificación productiva e implementación



de normas de certificación, entre otros. No obstante, en las temporadas de sobreoferta, este grupo poblacional enfrenta grandes desafíos económicos. Así, es necesario que se priorice el abordaje de estudios sociales, de mercado y de competitividad, con altos niveles de innovación, que coadyuven al pequeño productor a enfrentar la competencia y a vincularse a nuevas oportunidades comerciales de manera competitiva.

ANEXO. TALLERES CON ACTORES DE LA CADENA

Taller 1: “Validación de cuellos de botella en el eslabón primario de la cadena productiva de la piña en el Valle del Cauca”.

Fecha: 09/02/2018

Taller 2: “Validación del plan de investigación a partir de las brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña en el Valle del Cauca”

Fecha: 22/06/2018

Taller 3: “Validación y complemento del plan estratégico de cadena de la piña del Valle del Cauca”

Fecha: 10/09/2018

Tabla 10. Jornadas de trabajo con investigadores para la revisión de las alternativas de investigación para las cadenas de aguacate, mora y piña en el Valle del Cauca

Entidad	Asistentes	Jornada 02/04/2018	Jornada 16/04/2018	Mesa de trabajo		
				Aguacate	Mora	Piña
Univalle	Alberto Díaz	X	X			X
	Alejandro Fernández	X		X		
	Alfredo Ayala	X			X	
	Carlos Vélez	X	X		X	
	Claudia Ochoa	X	X	X		
Unal	Carlos Germán Muñoz*			X		
	Eliana Arrieta		X			
	Eyder Daniel Gómez		X	X		
	Florencia Satizabal	X	X		X	
	Herney Darío Vásquez	X		X		X
	Jesús Zuleta Ospina	X	X		X	
	José A. Gómez	X				X
	Raúl Saavedra	X	X	X		
Agrosavia	Héctor Fabián Osorio		X			X
	Wilson Trujillo	X				X
Ciat	Andrés Charry	X	X			X
	Jhon Jairo Hurtado	X	X	X	X	X
	Lizette Díaz	X	X			X
	Matthias Jäger	X		X	X	X
	Miryan García	X	X		X	

* Revisión del ejercicio en la Unal

Fuente: listados de asistencia.



GLOSARIO

Brecha tecnológica: para el caso del análisis de cadenas, son aquellos factores que limitan su desarrollo y competitividad y que pueden encontrarse en cualquier eslabón de la misma. Para dar solución a estas brechas, se requiere la adaptación o el desarrollo de conocimientos y tecnologías.

El término brechas tecnológicas incluye brechas sociales, productivas, organizacionales, comerciales, informativas, entre otras.

Cadena de valor: serie conectada de organizaciones, recursos y fuentes de conocimiento involucrados en la creación y entrega de valor al consumidor final (Lundy *et al.*, 2014). Las organizaciones de la cadena se encuentran interrelacionadas por una serie de transacciones de negocios en las que el producto pasa desde la producción primaria hasta el consumidor final, a través de una serie de eslabones (Springer-Heinze, 2007).

Cuello de botella: puntos críticos, problemas o restricciones que limitan o dificultan la operatividad eficiente de un proceso o sistema, lo cual afecta la competitividad o condiciona la capacidad en una o varias de las operaciones, etapas o eslabones que lo componen. No todos los cuellos de botella corresponden a brechas tecnológicas, ya que para la solución de algunos de ellos se requiere de intervenciones de carácter distinto al tecnológico.

Ley 811 de 2003: norma que decreta los parámetros a ser considerados en el establecimiento de acuerdos entre los actores de las organizaciones de la cadena constituidas a nivel nacional o regional, con el propósito de ser inscritas ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Congreso de la República, 2003).

Objetivos estratégicos: declaraciones de los resultados que un sistema u organización se propone alcanzar en el mediano y largo plazo, para lo cual determina en su expresión las metas o los indicadores cualitativos o cuantitativos que permitirán el seguimiento o validación de su alcance.

Plan de investigación y desarrollo: planteamiento sistémico que propone un listado de actividades dirigidas a la investigación, con el fin de gestionar o generar conocimiento útil para su posterior implementación, de tal forma que pueda materializarse en el mejoramiento o desarrollo de procesos, productos, servicios o tecnologías.

La definición anterior se fundamenta en los siguientes conceptos:

- *Investigación básica:* “consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden, principalmente, para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada” (Ocde, 2003, p. 30).
- *Investigación aplicada:* “consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico” (Ocde, 2003, p. 30).
- *Desarrollo experimental:* “consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes, obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes” (Ocde, 2003, p. 30).

Planeación estratégica: “herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones de las organizaciones en torno al quehacer actual y al camino que deben recorrer en el futuro, para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno, y lograr la mayor eficiencia, eficacia y calidad en los bienes y servicios que se proveen” (Armijo, 2011, p. 15).



REFERENCIAS

- Abonyi, B., Feng, H., Tang, J., Edwards, C., Mattinson, D. y Fellman, J. (2001). Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window™ System. *Journal of Food Science*, 67, 1051-1056.
- Agrosavia. (2016). Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación del Sector Agropecuario (Pectia 2017-2027). <https://colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/pectia-2017-actualizado.pdf>.
- Agrosavia. (2018). Gestión de la cadena de la piña para la formulación del macroproyecto de investigación liderado por Corpoica - Opciones tecnológicas para el desarrollo y manejo sostenible del cultivo de la piña (*Ananas comosus* (L) Merrill), en las principales zonas productoras de Colombia. Agrosavia.
- Armijo, M. (2011). *Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. Naciones Unidas, Cepal. https://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/8/44008/SM_69_MA.pdf
- Apandi, F. H., Saili, A. R., Julaihi, N. H., Aziz, A. S. y Saili, J. (2017). Factor influencing the choice of pineapple marketing channel in Samarahan, Sarawak. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9 (7S), 571-583. <https://www.ajol.info/index.php/jfas/article/view/168751>
- Bancoldex y UTCF. (2015). *Documento final de conclusión de la metodología, memorias técnicas y mapas por aptitud de uso para cultivos comerciales de la piña gold en Colombia, a escala 1:100.000*. UTCF. <https://www.scribd.com/document/328889720/Bancoldex-Estudio-Completo>
- Butterflies of America Foundation. (s. f.). *Interactive listing of American butterflies*. https://www.butterfliesofamerica.com/strymon_megarus.htm
- Cabi. (2019). *Invasive Species Compendium* [Base de datos]. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/33233>
- Ciat. (2018). *Brechas tecnológicas de la cadena productiva de la piña del Valle del Cauca y descripción del estado del arte*. Ciat.
- Congreso de la República. (2003). *Ley 811 de 2003*. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20%20811%20de%202003.pdf>
- Colciencias. (2017). Convocatoria Nacional 781 de 2017: Resultados finales [Grupos de investigación]. <https://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>
- Chen, C. y Paull, E. R. (2001). Fruit temperature and crown removal on the occurrence of pineapple fruit translucency. *Scientia Horticulturae*, 88(2), 85-95. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423800002016>
- Chen, N. J. y Paull R. E. (2017). Production and postharvest handling of low acid hybrid pineapple. *Acta Horti*, 1166, 25-34. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1166.4>
- Darnaudery, M., Fournier, P. y Léchaudel, M. (2018). Low-input pineapple crops with high quality fruit: promising impacts of locally integrated and organic fertilisation compared to chemical fertilisers. *Expl Agric.*, 54 (2), 286-302. DOI: 10.1017/S0014479716000284
- Diepens, N. J., Pfennig, S., Van den Brink, P. J., Gunnarsson, J. S., Ruepert, C. y Castillo, L. E. (2014). Effect of pesticides used in banana and pineapple plantations on aquatic ecosystems in Costa Rica. *J. Environ Biol.*, 35 (1), 73-84.
- Dossa, D y Fuchs, F. (2017). *Abacaxi -Produção, mercado e preços na CEASA-PR* (Informe Técnico 01). http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Informe_Tecnico_Abacaxi.pdf
- Echeverría, S., Mena, F., Pinnock, M., Ruepert, C., Solano, K., de la Cruz, E., Campos, B., Sánchez, J., Lacorte, S. y Barata, C. (2012). Environmental hazards of pesticides from pineapple crop production in the Río Jiménez watershed (Caribbean Coast, Costa Rica). *Sci Total Environ.*, 440, 106-14.
- EcuRed. (2010). *Enciclopedia*. <https://www.ecured.cu/>
- Eppo. (2000). Global database [Taxas]. <https://gd.eppo.int/taxon/>
- Eria. (2015). *Residuos de plaguicidas organoclorados matrices de carne y leche de origen bovino*. Instituto Nacional de Salud. <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Publicaciones%20ERIA%20y%20Plaguicidas/PERFIL%20ORGANOCOLORADOS.pdf>
- FAO. (2006). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas.
- Faostat. (2018). *Datos. Producción: cultivos*. [Base de datos]. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>



- Gansemans, A., Martens, D., D'Haese, M. y Orbie, J. (2017). Do labour rights matter for export?: a qualitative comparative analysis of pineapple trade to the EU. *Politics and Governance*, 5(4), 93-105. //dx.doi.org/10.17645/pag.v5i4.1082
- Gobernación del Valle del Cauca. (2006). Plan Frutícola Nacional: Valle del Cauca, tierra de frutas. MADR, Gobernación del Valle del Cauca, FNFH, Asohofrucol, SAG. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_117_PFNValledelCauca.pdf
- Gobierno de Colombia. (2018a). Alianza el agro exporta: por un campo productivo, moderno, que siembra, se transforma y vende. <https://www.ptp.com.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=56a0fd6e-2c98-4dcb-b2f6-c5360d1f47c1>
- Gobernación del Valle del Cauca. (2018b). Política pública de competitividad, ciencia, tecnología e innovación del Valle del Cauca 2018-2032: conocimiento para el desarrollo económico, social y ambiental (Informes de Desarrollo Económico). <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=26500>
- Haff, R. P., Slaughter, D. C., Sarig, Y., Kader, A. (2006). X-Ray assessment of translucency in pineapple. *Journal of Food Processing and Preservation*. 30 (5). <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2006.00086.x>
- Itis. (2015). Catalogue of life: 2019 Annual Checklist: Indexing the word's know sepecies [*Taxas*]. <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/>
- Kuoos, H. G., Ramos J. D., Pioll, R., Andrade, V. (2011). Diquat e ureia no manejo da floração natural do abacaxizeiro 'Pérola'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (4), 1048-1054.
- Lima, R. P., Silva, S. M., Dantas, R. L., Dantas, A. L., Sousa, A. S. B., Pereira, W. E., Mendonça, R. M. N. y Guimarães, G. H. C. (2016). Using digital image processing for evaluation of translucency in fresh-cut 'Pérola' pineapple coated with biofilms. *Acta Horti.*, 1141, 311-318. //doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1141.39
- Lozano, J. G. y Rosero, J. (2016). *Zonificación agroecológica para el cultivo de la piña* [Presentación]. Convenio MADR - SAG. <https://www.scribd.com/document/362734253/III-Ciclo-de-Conferencias-de-la-PINA-ZONIFICACION-AGROECOLOGICA-PARA-EL-CULTIVO-DE-LA-PINA>
- Lundy, M., Amrein, A., Hurtado, J. J., Becx, G., Zamierowski, N., Rodríguez, F. y Mosquera, E. E. (2014). *Metodología Link: una guía participativa para modelos empresariales incluyentes con pequeños agricultores. Versión 2.0*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat). <http://hdl.handle.net/10568/49607>
- MADR. (2006). *Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020*. bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6004/1/006.pdf
- Maruthasalam, S., Shiu, L. Y.; Loganathan, M., Lien, W. C., Liu, Y. L., Sun, C. *et al.* (2010). Forced flowering of pineapple (*Ananas comosus* cv. *Tainon 17*) in response to cold stress, ethephon and calcium carbide with or without activated charcoal. *Plant Growth Regulation*, 60 (2), 83-90.
- Ministerio de la Protección Social. (2007). *Resolución 2906 de 2007*. Diario Oficial N.º 46.735 del 29 de agosto de 2007. <https://www.mincit.gov.co/temas-interes/reglamentos-tecnicos/rt-conjuntos/resolucion-2906-del-22-de-agosto-de-2007>
- Miranda, D. (2011). Estado actual de fruticultura colombiana y perspectivas para su desarrollo. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal* (Volume Especial), 199-205. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a23v33nspe1.pdf>
- Ocde. (2003). *Manual de Frascati 2002. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. FECYT. http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/ManuaFrascati-2002_sp.pdf, el 18 de mayo de 2018.
- Parque Biopacífico. (2017). *Nosotros*. <http://parquebiopacifico.com/nosotros/>
- Pal, R., Mahato, S. K., Chheetri, B. y Suresh, C. P. (2015). Growth regulators influencing yield and quality of pineapple [*Ananas Comosus* (L) Merr]. *Ecology, Environment and Conservation Paper*, 21 (2), 885-890.
- Pinzón, M. I., Londoño, A., Blach, D., Gutiérrez, J. A., Rojas, A. M. (2011). Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados POR gc- μ ECD en frutos de Piña (*Ananas comosus* L.) variedad Golden MD-2 en el departamento del Quindío. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Quindío*. 9(2), 4-8.
- Saavedra, D., Rugeles, L., Guaitero, B., Noreña Arosa, C. y Castillo, O. (2011). *Innovación y modelos de organización empresarial en el sector agropecuario: avances de un estudio* [Conferencia]. VI Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad. Agentes de la innovación: hacia una economía sostenible en I+D+i.



- Salazar, C. (1985). El cultivo de la piña en el Valle del Cauca. En *Fruticultura tropical* (pp. 290-291). Federación Nacional de Cafeteros.
- Senasica. (2015). Protocolo de diagnóstico integrativo de *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983 (Nematodo Agallador).
- Springer-Heinze, A. (2007). *ValueLinks Manual: The methodology of value chain promotion*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
- Tafur, R., Toro, J. C., González, H., García, R., Reyes, E., Bolaños, A. y Méndez, A. (2006). Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura en Colombia. MADR, FNFH, Asohofrucol, SAG. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_18_DIAGNOSTICO%20FRUTICOLA%20NACIONAL.pdf
- Ticso, (2014). Aprovechamiento, residuos Biomasa de Producción de piña (*Ananás comosus*) para Municipios de Aguazul, Casanare. Recuperado de http://aguazulcasanare.micolombiadigital.gov.co/sites/aguazulcasanare/content/files/000022/1068_docfinalbiomasapia_1.pdf
- Ugahara, K., Ohwaki, Y. y Banzai, K. (2001). Erosion Control in Pineapple Fields on the Island of Ishigaki. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 35, 91-96. https://www.researchgate.net/publication/295140208_Erosion_Control_in_Pineapple_Fields_on_the_Island_of_Ishigaki
- Upra. (2017). *Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de piña híbrido MD-2 en Colombia, a escala 1:100.000. Memoria técnica.*

**PLAN DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO DE LA CADENA
PRODUCTIVA DE LA PIÑA
EN EL VALLE DEL CAUCA
A PARTIR DE SUS PRINCIPALES
BRECHAS TECNOLÓGICAS**

Hace parte del Proyecto
Incremento de la competitividad
sostenible en la agricultura de
ladera en todo el departamento,
Valle del Cauca, occidente

Se editó y diagramó en la Editorial
Universidad Nacional de Colombia.

En su composición se utilizaron
caracteres Chaparral Pro

Formato de 21,5 x 28 centímetros.

Se publicó en agosto de 2021
Bogotá, D. C., Colombia.





Este proyecto es financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías del Departamento Nacional de Planeación y tiene como objetivo beneficiar a 15.000 personas en el Valle del Cauca. Está orientado a incrementar la competitividad sostenible en la agricultura de ladera del Valle del Cauca, mediante procesos de investigación y desarrollo en los diferentes eslabones de la cadena productiva, que va desde la etapa inicial del cultivo hasta la etapa agroindustrial de los tres frutales seleccionados: piña MD-2, aguacate Hass y mora de Castilla.

ISBN: 978-958-794-590-4



9 789587 945904