

Estudio de vigilancia tecnológica aplicado al sector estratégico del café en el marco del
proyecto Agrópolis MACTOR.

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Anuar Majana León

Juan Camilo Parra Restrepo

Director:

Hugo Ernesto Martínez Ardila

PhD en Ingeniería, Área Gestión y Desarrollo Tecnológico

Codirectora:

Mónica Gisela Dueñas Gómez

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2019

DEDICATORIA

A mi mamá, por su apoyo y amor incondicional

Juan Camilo Parra Restrepo

A mis papis, por quienes daría todo, por ser mis superhéroes, mis ídolos y ese gran ejemplo de responsabilidad, disciplina, honestidad, respeto, sencillez y AMOR. ¡Los amo, mis viejos, esto es por y para ustedes!

Anuar Majana León

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mi mamá, por ser mi guía y consejera a lo largo de mi vida.

A mi abuela, por su amor, confianza y cariño.

A mi abuelo, quien fue mi padre y mi mejor amigo.

A todos mis tíos, Martha, Ligia, Luis, Nelly y Jorge.

A mis primos y demás familiares.

A Dani, por su amor y motivación.

A todos mis amigos, de la universidad y del colegio.

A todos los profesores a lo largo de mi carrera.

A Hugo, Mónica y Leidy, por su infinito acompañamiento y paciencia en la realización del proyecto.

Al grupo de investigación INNOTECH.

Y a Anuar, por su constancia y completa dedicación en el desarrollo de la investigación.

Juan Camilo Parra Restrepo

En primer lugar agradezco inmensamente a Juan Camilo Parra Restrepo, definitivamente el mejor compañero de proyecto que pude tener. Gracias por enseñarme disciplina, organización, enfoque a resultados y excelencia.

Al grupo de investigación INNOTECH, especialmente al profe Hugo Martinez, Mónica Dueñas y Leidy Guarín, por todas las horas y esfuerzo invertido con el fin de garantizar un excelente trabajo, y por enseñarme que con actitud, entusiasmo y disciplina se pueden lograr resultados impresionantes.

Agradezco infinitamente a mis papis, Luis Francisco Majana Coneo y Clara Bertilda León Schmitz, porque a ustedes se los debo TODO, son mi vida y son por lo que quiero luchar siempre. Gracias por

tanto, por siempre estar ahí y por enseñarme que la vida se trata de creer, amar y luchar con el cuerpo y el alma.

Agradezco también a todos mis maestros del programa de ingeniería industrial, cada uno aportó su grano de arena, en su momento, para construir quien soy hoy.

Agradezco a los amigos que la vida me entregó, mis hermanos. GRACIAS, por soñar y alcanzar junto a mí, gracias por todas las locuras y por acompañarme en mis mejores y peores momentos. Los amo y sé que lo que se viene para nuestras vidas no es increíble, pues yo lo creo firmemente, es gigante, es apoteósico.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco infinitamente a la vida y a su amor hacia mi, porque si no fuera por ella no hubiese llegado a este punto y ser la persona que soy mientras escribo estas palabras. Viví momentos en los que no entendía por qué me ocurrían ciertas cosas, sin embargo, siempre con una actitud positiva y amor los afronté y logré salir triunfante de ellos. Hoy entiendo que cada obstáculo, cada tropiezo y cada caída fueron un regalo de la vida para que aprendiera y lograra ver que aún no estaba preparado para seguir adelante sin estrellarme aún peor si daba el siguiente paso tranquilamente. Debido a esto y a todos los obsequios que siempre me han llegado por gracia, te digo a ti, muchísimas gracias! Gracias por moldearme día a día, por salvarme de más de una, por siempre guiarme hacia el mejor escenario posible y por ser imperfectible, ser perfecta para mi y hacer de mi mundo una gran razón por la que considerarme a mí mismo el hombre más afortunado.

Anuar Majana León

Tabla de contenido

Introducción	21
1 Aspectos generales del proyecto de investigación.....	24
1.1 Planteamiento del problema.....	24
1.2 Objetivos	27
1.2.1 Objetivo general.	27
1.2.2 Objetivos específicos.	27
1.3 Marco de antecedentes	27
1.4 Marco teórico	31
1.4.1 Vigilancia tecnológica.....	31
1.4.2 Áreas temáticas del Portal Siembra.....	32
1.4.3 Café.	33
1.4.3.1 Sector a nivel nacional e internacional.....	33
1.4.3.2 Producción.	35
1.4.3.2.1 Siembra.....	35
1.4.3.2.2 Recolección (Cosecha).....	36
1.4.3.2.3 Despulpado (Poscosecha).....	36
1.4.3.2.4 Remoción del mucílago (Poscosecha).....	36
1.4.3.3 Demandas de investigación priorizadas.	37
1.4.4 Revisión de literatura.	39

1.4.5	Análisis de patentes.....	40
1.4.6	Matheo Patent.....	42
2	Desarrollo metodológico.....	42
2.1	Fase 1: Revisión de literatura de la vigilancia tecnológica: Análisis de patentes	44
2.1.1	Revisión de literatura gris para identificación del enfoque investigativo y de la estrategia de búsqueda.	44
2.1.2	Selección de bases de datos.....	45
2.1.3	Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda.....	45
2.1.4	Realización del análisis bibliométrico.	46
2.1.5	Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad para analizar la revisión preliminar de la literatura.....	46
2.1.6	Análisis de resúmenes y títulos de los artículos para fijar la muestra y excluir aquellos que difieren con los criterios de calidad establecidos.....	48
2.1.7	Identificación preliminar de las tendencias más relevantes en el tema de análisis de patentes.....	49
2.2	Fase 2. Análisis de la literatura científica en el sector estratégico del café	50
2.2.1	Identificación de los factores críticos de vigilancia para el sector estratégico del café y priorización del eslabón de la cadena cafetera a investigar.	50
2.2.1.1	Estado actual de la cadena cafetera en Santander a partir de datos del Plan de Desarrollo Departamental.	50
2.2.1.2	Lectura de noticias de interés general en literatura gris sobre el estado actual del sector café en Colombia....	51
2.2.1.3	Reunión con Líder técnico del Comité Departamental de la FNC.....	51

2.2.1.4 Búsqueda preliminar del panorama de investigación cafetero en Santander y Colombia.....	52
2.2.1.5 Definición criterios de selección de los factores críticos de vigilancia.	52
2.2.2 Formulación de la estrategia de búsqueda.	53
2.2.2.1 Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda.	53
2.2.2.2 Selección de bases de datos y software para análisis de información.....	55
2.2.2.3 Definición de criterios de análisis de comportamiento científico.	56
2.2.2.3.1 Publicaciones por año.....	56
2.2.2.3.2 Publicaciones por país.	56
2.2.2.3.3 Publicaciones por autor.	57
2.2.2.3.4 Publicaciones por entidad.....	57
2.2.2.3.5 Publicaciones por temática Scopus.	57
2.2.2.3.6 Publicaciones por subproceso de cosecha o poscosecha.....	57
2.2.2.3.7 Publicaciones por Área temática del Portal Siembra.	60
2.2.2.4 Panorama del conocimiento científico.	61
2.3 Fase 3: Análisis de patentes en el sector estratégico del café	62
2.3.1 Formulación de la estrategia de búsqueda.	62
2.3.1.1 Selección de bases de datos y software para el análisis de información.....	62
2.3.1.2 Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda.	63
2.3.2 Definición de criterios de análisis de comportamiento tecnológico.	64
2.3.2.1 Patentes por año.	64
2.3.2.2 Patentes por país.....	65

2.3.2.3 Patentes por inventor.....	65
2.3.2.4 Patentes por aplicante.....	65
2.3.2.5 Patentes por área temática.....	65
2.3.2.5.1 IPC 4.....	66
2.3.2.5.2 Subproceso de cosecha y poscosecha.....	66
2.3.2.5.3 Área temática del Portal Siembra.....	67
2.3.2.6 Panorama de la investigación aplicada.....	68
2.4 Fase 4: Elaboración de artículo publicable	68
3 Resultados.....	69
3.1 Revisión de la literatura	69
3.1.1 Análisis Bibliométrico.....	69
3.1.2 Análisis preliminar de la literatura.....	73
3.1.2.1 Definición estrategia de búsqueda.....	75
3.1.2.2 Descarga e importación de patentes.....	75
3.1.2.3 Pretratamiento de datos y análisis.....	76
3.1.2.4 Extracción de conclusiones.....	77
3.2 Análisis de la literatura científica en el sector estratégico del café.....	77
3.2.1 Identificación de Factores Críticos de Vigilancia.....	77
3.2.1.1 Estado actual de la cadena cafetera en Santander a partir de datos del Plan de Desarrollo Departamental.....	78
3.2.1.2 Lectura de noticias de interés general en literatura gris sobre el estado actual del sector café en Colombia... ..	78

3.2.1.3 Reunión con Líder técnico del Comité Departamental de la FNC.....	79
3.2.1.4 Búsqueda preliminar del panorama de investigación cafetero en Santander y Colombia.....	79
3.2.1.4.1 Grupos de investigación a nivel nacional de la cadena productiva del café.	80
3.2.1.4.2 Indicadores de focalización nacionales en la cadena productiva del café.....	82
3.2.1.4.3 Grupos de investigación Agrícola en Santander de la cadena productiva del café. 83	
3.2.1.5 Definición criterios de selección de los factores críticos de vigilancia.	84
3.2.2 Dinámica global de publicaciones científicas.....	85
3.2.3 Dinámica de publicaciones científicas por temática.	86
3.2.3.1 Área temática de Scopus.	86
3.2.3.2 Área temática del Portal Siembra.....	87
3.2.3.3 Subproceso de cosecha o poscosecha.	89
3.2.4 Actores sobresalientes.....	90
3.2.4.1 Países líderes.	90
3.2.4.2 Investigadores líderes.....	94
3.2.4.3 Entidades líderes.	94
3.2.5 Panorama del conocimiento científico.....	100
3.2.5.1 Investigadores, entidades y países líderes en publicaciones científicas por subproceso productivo.....	104
3.3 Análisis de patentes en el sector estratégico del café.....	105
3.3.1 Dinámica global de patentes.	105
3.3.2 Dinámica de patentes por temática.	107

3.3.2.1 IPC 4.....	107
3.3.2.2 Área temática Portal Siembra.....	110
3.3.2.3 Subproceso de cosecha y poscosecha.	112
3.3.3 Actores sobresalientes en patentes.	113
3.3.3.1 Países líderes.	113
3.3.3.2 Inventores líderes.	114
3.3.3.3 Entidades líderes.	116
3.3.4 Panorama de la investigación aplicada.	118
3.3.4.1 Investigadores, entidades y países líderes en patentes por subproceso productivo. ..	123
3.4 Artículo publicable.....	124
4 Conclusiones.....	125
5 Recomendaciones	133
Referencias bibliográficas.....	136

Lista de figuras

Figura 1. Etapas de la cadena productiva del café.	35
Figura 2. Metodología del proyecto.	43
Figura 3. Proceso exclusión e inclusión de documentos.	48
Figura 4. Proceso de definición de factores críticos de vigilancia.	51
Figura 5. Cantidad de publicaciones sobre “análisis de patentes” por año.	70
Figura 6. Cantidad de publicaciones por autor sobre “análisis de patentes”.	71
Figura 7. Cantidad de publicaciones por país sobre “análisis de patentes”.	72
Figura 8. Porcentaje de publicaciones por tipo de documento sobre “análisis de patentes”.	72
Figura 9. Porcentaje de publicaciones por área del conocimiento sobre “análisis de patentes”.	73
Figura 10. Número de documentos acorde a su tipo de contenido sobre “análisis de patentes”.	74
Figura 11. Número de grupos de investigación cafetera por región.	80
Figura 12. Número de grupos de investigación cafetera por categoría Colciencias.	81
Figura 13. Número de grupos de investigación cafetera por entidad.	81
Figura 14. Número de grupos de investigación por cadena productiva en Santander.	83
Figura 15. Número de grupos de investigación por sede en Santander.	84
Figura 16. Número de publicaciones científicas por año.	85
Figura 17. Número de publicaciones científicas por área temática Scopus.	86
Figura 18. Número de publicaciones científicas por área temática Portal Siembra.	88
Figura 19. Número de publicaciones científicas acorde a su subproceso productivo.	89
Figura 20. Número de publicaciones científicas por país.	90
Figura 21. Número de publicaciones científicas por autor.	94
Figura 22. Número de publicaciones científicas por entidad.	96
Figura 23. Número de patentes por año.	106
Figura 24. Dinámica global de patentes del sector café por IPC 4.	107
Figura 25. Número de patentes por área temática del Portal Siembra.	111

Figura 26. Número de patentes acorde a su subproceso productivo.	112
Figura 27. Número de entidades por país.	113
Figura 28. Número de patentes por inventor.....	115
Figura 29. Número de patentes por entidad.	117

Lista de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos de la investigación.	23
Tabla 2. Demandas de investigación priorizadas en Santander.	38
Tabla 3. Palabras clave consideradas en la investigación.	45
Tabla 4. Criterios de inclusión, exclusión y calidad de la búsqueda.	47
Tabla 5. Factores a evaluar por artículo con su respectiva ponderación.	49
Tabla 6. Criterios de selección factores críticos de vigilancia.	53
Tabla 7. Palabras claves tenidas en cuenta en el análisis de literatura y de patentes.	55
Tabla 8. Criterios de clasificación de patentes y documentos científicos por subproceso cafetero.	58
Tabla 9. Problemáticas y fortalezas del sector café.	78
Tabla 10. Indicadores de focalización en Colombia en el sector café.	82
Tabla 11. Entidades e investigadores referentes en investigación básica por país.	91
Tabla 12. Investigadores líderes en investigación básica cafetera.	95
Tabla 13. Entidades más destacadas en investigación básica cafetera.	97
Tabla 14. Tendencias científicas más relevantes en investigación básica cafetera.	101
Tabla 15. Investigadores, entidades y países líderes en investigación básica por subproceso cafetero.	104
Tabla 16. Número de patentes por IPC 4.	108
Tabla 17. Tendencias científicas cafeteras en la investigación aplicada.	119
Tabla 18. Investigadores, entidades y países líderes en patentes por subproceso productivo.	123

Lista de apéndices

(Ver apéndices en el CD adjunto)

Apéndice A. Descripción del grupo de investigación

Apéndice B. Descripción del proyecto de investigación raíz

Apéndice C. Acta de reunión con líder departamental FNC

Apéndice D. Áreas temáticas Portal Siembra

Apéndice E. Revisiones analizadas preliminarmente al estudio

Apéndice F. Trazabilidad de la ecuación de búsqueda

Apéndice G. Matriz de factores ponderados

Apéndice H. Artículos seleccionados para análisis

Apéndice I. Matriz de nodos para extracción de conclusiones

Apéndice J. Trazabilidad ecuación de búsqueda literatura cafetera y análisis de patentes

Apéndice K. Tabla de clasificación de literatura cafetera

Apéndice L. Actores sobresalientes y dinámica de patentes

Apéndice M. Panorama de la investigación aplicada

Apéndice N. Tabla de clasificación de patentes

Apéndice O. Artículo publicable

Resumen

TÍTULO: ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APLICADO AL SECTOR ESTRATÉGICO DEL CAFÉ EN EL MARCO DEL PROYECTO AGRÓPOLIS MACTOR *

AUTOR: PARRA RESTREPO, Juan Camilo

MAJANA LEÓN, Anuar **

PALABRAS CLAVE: Vigilancia tecnológica, Café, Agrópolis Mactor, Inteligencia Competitiva, Agricultura, Innovación.

DESCRIPCIÓN: El café en Colombia, específicamente en la región de Santander-Magdalena Medio, representa uno de los pilares fundamentales para la agricultura y la economía; sin embargo, actualmente sufre ciertos problemas que ponen en riesgo la sostenibilidad y la competitividad de la industria. Indagando con expertos e investigando en literatura y documentos gubernamentales, se observó que existen inconvenientes importantes en el manejo de la cosecha, poscosecha y transformación, los cuales pueden evidenciarse, actualmente, en el uso de tecnologías vanguardistas en la cadena productiva, lo que obstaculiza la productividad y restringe el crecimiento de la agroindustria. En este documento se presenta un estudio de vigilancia tecnológica en el cual, a partir de un análisis de la literatura científica y de patentes, se identificaron las principales tendencias a nivel mundial en el sector cafetero, apropiadas y aplicables a la región del Magdalena Medio Santandereano. Asimismo, se identificaron aquellos actores sobresalientes, entidades e investigadores, que lideran el desarrollo tecnológico a nivel mundial, presentándose como referentes para el progreso y el cambio, y que pueden ser de gran ayuda para la creación de posibles alianzas futuras y cooperaciones internacionales. Entre los hallazgos principales se encontró el crecimiento exponencial que ha tenido el sector en los últimos 10 años en materia de investigación, la participación de Brasil como el mayor productor de conocimiento cafetero a nivel global, y el protagonismo que juegan las tecnologías en temas de mecanización eficiente y ecológica del sistema productivo y el aprovechamiento de residuos como pulpas y mucílagos en innumerables aplicaciones. Además, se destaca la posición de Colombia como gran investigador y generador tecnológico mediante entidades como la Federación Nacional de Cafeteros y Penagos Hermanos., principalmente en lo relacionado con cosecha y poscosecha.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa en Ingeniería Industrial. Director: Ph.D Hugo Ernesto Martínez Ardila. Codirector: MSc (c). Mónica Gisela Dueñas Gómez

Abstract

TITLE: TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE APPLIED TO THE STRATEGIC COFFEE SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF THE AGROPOLIS MACTOR PROJECT *

AUTHOR: PARRA RESTREPO, Juan Camilo

MAJANA LEÓN, Anuar **

KEYWORDS: Technological Surveillance, Coffee, Competitive Intelligence, Agrópolis Mactor, Agriculture, Innovation.

DESCRIPTION: Coffee in Colombia, especially in Santander-Magdalena Medio region, represents one of the main pillars for agriculture and economy. However, its industry, through time, has been presented some problems that put the sustainability and competitiveness of the sector at risk. Inquiring with experts, and researching in gray literature and official documents, it was discovered that there are important drawbacks in the management of harvesting, post-harvesting and the final product transformation. Above can be evidenced in the shortage of cutting-edge technologies in the productive chain at present, which hinders productivity and restricts the agricultural growth. This document presents a technological surveillance study in which, based on an analysis of scientific literature and patents information, they were identified the main trends, appropriated and applicable to Santander - Magdalena Medio region. In addition, outstanding actors such as entities and researchers, who lead technological and scientific development worldwide were identified in order to know about their research fields, histories and impact, and take them into account as references for progress and change, and key agents for possible future alliances and international cooperations. As main conclusions, it was found that the amount of researches has been exponentially increasing during the last 10 years, the participation of Brazil as the largest producer of coffee knowledge globally, and the main fields of technologies in the efficient and ecological mechanization of the production system and the use of residues such as pulp and mucilage in innumerable applications. In addition, it is important to consider the position of Colombia as a great researcher and technological generator through entities such as Federación Nacional de Cafeteros and Penagos Hermanos, mainly in relation to harvest and postharvest.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa en Ingeniería Industrial. Director: Ph.D Hugo Ernesto Martínez Ardila. Codirector: MSc (c). Mónica Gisela Dueñas Gómez

Introducción

Colombia es un país que se caracteriza por sus buenas condiciones geográficas y climáticas, una amplia biodiversidad y con múltiples oportunidades de desarrollo agrícola e industrial (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2017). Estas cualidades han propiciado el ecosistema adecuado para crear un país de tradición agrícola, caracterizado principalmente por el cultivo de café, plátano, cacao y caña de azúcar (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016). A pesar de esto, la participación del sector agropecuario en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional ha disminuido de un 68% en el año 1965 a un 7% en el 2017 (Reyes, 2018), lo que ha llevado al Gobierno colombiano a enfocar esfuerzos hacia un significativo impulso para el campo y a fomentar en los agricultores el crecimiento del sector a nivel nacional.

Teniendo en cuenta este panorama, el Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento (INNOTECH) (ver apéndice A correspondiente a la descripción del grupo de investigación), respondiendo a la convocatoria 745 del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), formula el proyecto denominado “Diseño de un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander - Magdalena Medio” - Agrópolis MACTOR (ver apéndice B donde se describe con mayor detalle este proyecto). Este proyecto busca promover la articulación de los actores del sector agropecuario, para responder a los retos y tendencias tecnológicas, promoviendo la transferencia de tecnologías para el cierre de brechas existentes en la región del Magdalena Medio Santandereano (INNOTECH, 2017). Esto, con el fin de aportar a la estrategia desarrollada por Microsoft y la Fundación Metrópoli, con el apoyo de la Financiera del Desarrollo (FINDETER) del Ministerio de Hacienda, “Diamante Caribe y Santanderes de Colombia”, con la que se busca crear un motor económico de

desarrollo en el país a partir de la integración de la nueva revolución digital y los avances realizados en el Programa de Ciudades Sostenibles y Competitivas, aunando esfuerzos e intereses en ámbitos de la economía de los territorios como por ejemplo, el campo y la agricultura (Financiera del Desarrollo, 2016). (Ver apéndices A y B correspondientes a descripciones del grupo de investigación y proyecto raíz respectivamente).

Acorde al Plan de Desarrollo Departamental de Santander (PDD) (Gobernación de Santander, 2015), el sector agrícola del departamento está integrado primordialmente por productos estratégicos como el cacao, café, papa, frutas, ganadería de leche y panela; y de productos con poco desarrollo como la yuca, palma de aceite y plátano. Por tal motivo, en el marco de Agrópolis MACTOR como proyecto raíz, y apoyando su segundo objetivo dirigido a realizar un estudio de Vigilancia Tecnológica para identificar tendencias que favorezcan los retos del sector agropecuario de Santander, asociadas a las tecnologías eficientes y sostenibles priorizadas para la región (INNOTECH, 2017), se plantea, el estudio de la Vigilancia Tecnológica en cada uno de los nueve productos mencionados. Esto con el fin de proporcionar información sobre tendencias y avances tecnológicos llevados a cabo alrededor del mundo, que soporten la toma de decisiones estratégicas en cuanto a investigación y tecnología en los subsectores estratégicos del agro en Santander y de esta manera apoyar los resultados del proyecto en cuestión. De acuerdo con los productos priorizados mencionados, el presente trabajo de investigación enfoca sus esfuerzos en la vigilancia tecnológica del café.

Es así como, en el presente documento se busca identificar, a través de un ejercicio de vigilancia tecnológica, mediante un análisis de la literatura científica y de patentes, las principales tendencias tecnológicas desarrolladas a nivel mundial en el sector cafetero que puedan ser aplicables a la realidad del Magdalena Medio Santandereano y que sirvan de insumo para los procesos de identificación de necesidades relacionadas con la cadena productiva del café en la región.

Tabla de cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos de la investigación.

Objetivo específico	Apartado relacionado
1. Elaborar una revisión de la literatura sobre el tema de análisis de patentes, que permita identificar y analizar los temas más relevantes asociados a la Vigilancia Tecnológica*	3.1
2. Realizar un análisis de la literatura científica, con el propósito de identificar el estado y las tendencias científicas en el sector estratégico del café, en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.	3.2
3. Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado y las tendencias tecnológicas en el sector estratégico del café, en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.	3.3
4. Elaborar un artículo publicable con base en los resultados obtenidos en la pasantía de investigación.	3.4 – Apéndice O

*El presente objetivo específico hace parte de un gran estado del arte que se está realizando junto con otros ocho proyectos complementarios que aportan a los resultados de ejecución del segundo objetivo del proyecto “Diseño de un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander - Magdalena Medio” - Agrópolis MACTOR, aprobado en la convocatoria 745 de Colciencias.

1 Aspectos generales del proyecto de investigación

La modalidad mediante la que se desarrolla el presente trabajo es pasantía de investigación, en donde se elabora un informe en donde se plasman aquellas tendencias tecnológicas y científicas relacionadas con la cadena productiva del café y que atienden a la necesidad identificada en el marco del proyecto raíz Agrópolis MACTOR.

1.1 Planteamiento del problema

A pesar de las excelentes condiciones geográficas y ambientales con las que cuenta Colombia, el sector agrícola a través de los años, ha retrocedido como motor económico nacional y se ha debilitado drásticamente en cuanto a crecimiento y fortaleza comercial. La participación del sector agropecuario en el PIB nacional ha disminuido de un 68% en el año 1965 a un 7% en el 2017 (Reyes, 2018). Por otro lado, la nación cuenta con aproximadamente 22 millones de hectáreas aptas para cultivos agrícolas o actividades pecuarias; sin embargo, presenta una tasa de aprovechamiento del 25% de estas áreas como zonas de siembra regular y de ganadería (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, 2012). Esta razón evidencia el elevado potencial de crecimiento y de desarrollo del sector en la economía nacional. Por tal motivo, se hace necesaria la creación de estrategias para el aprovechamiento de los territorios y el posicionamiento de la agricultura como impulsora de la competitividad empresarial y del crecimiento económico.

Por otro lado, la situación que se vive en Santander no es muy diferente a la nacional. El departamento cuenta con buenas condiciones agroecológicas, no obstante, en el PDD (2016), se expone que alrededor del 77% de la población rural vive en condiciones de pobreza. Por tal motivo, al relacionar la productividad del campo con la generación de calidad de vida, se hacen

necesarios proyectos y acciones que permitan mejorar los procesos de producción agrícola, respondiendo a los retos y tendencias tecnológicas actuales, para así desarrollar una industria generadora de riqueza, con mayor efectividad, relevancia nacional y fortaleza económica.

En este sentido, el café ha sido uno de los productos priorizados en el PDD. Este producto estratégico ocupa más de 50 mil hectáreas sembradas en el departamento, es decir, el 14% del total del área sembrada, convirtiéndolo en un sector clave de la economía agrícola de la región. Como complemento a esta información y con base en datos del Cluster Santandereano del café (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2017), se identifica que el producto genera actualmente alrededor de 38 mil empleos directos en el departamento y representa el 4,98% del café producido en el país. Si bien esta cifra evidencia un crecimiento en los últimos años, se han identificado diversos problemas en su proceso productivo, que dificultan el aprovechamiento óptimo de recursos cafeteros y ponen en riesgo la sostenibilidad económica del sector (Semana, 2016). Por ejemplo, en materia de I + D, se presenta deficiencia en los procesos y factores asociados con la cosecha y poscosecha del café (PECTIA, 2016).

Cómo validación a dicha problemática, Henry Parra, líder de la división técnica del comité santandereano de la Federación Nacional de Cafeteros - FNC, presenta los procesos de cosecha y poscosecha del café cerezo (café maduro) como eslabones fundamentales dentro del conjunto de operaciones comprendidas en el proceso productivo y beneficio del café (Ver apéndice C correspondiente al acta de reunión con el experto). Sin embargo, posiciona estos eslabones como factores críticos en materia de productividad cafetera, debido a sus elevados costos de producción y su restringida eficiencia agrícola (Ver apéndice C correspondiente a acta de reunión con experto). Dichos eslabones, marcados por la tradición campesina, registran a lo largo del país elevados costos de mano de obra y diversos cuellos de botella en los tiempos de procesamiento del beneficio del café (FNC, 2017). Por otro lado, acorde al Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial – SNCTA, se presentan a nivel

nacional y departamental elevadas demandas de investigación para el manejo de la cosecha, poscosecha y transformación cafetera (PECTIA, 2016). Por tal motivo, en miras del aumento de la productividad cafetera, se hace imprescindible la investigación y formulación de nuevos métodos innovadores en la cosecha y poscosecha del café, marcados, en su mayoría, por tecnologías modernas y mecanización agroindustrial (Semana, 2016).

En este orden de ideas, el proyecto “Agrópolis MACTOR”, el cual busca generar un modelo de articulación de los actores del sector agropecuario respondiendo a los retos y tendencias tecnológicas del Magdalena Medio de Santander, adquiere un rol fundamental en la solución de dichas problemáticas cafeteras. Dentro del proyecto, se contempla en sus objetivos la realización de una vigilancia tecnológica para la identificación de tecnología eficientes y sostenibles para la región. Este estudio, orientado a la solución de dichas problemáticas, permite analizar para el Magdalena Medio de Santander, tecnologías aptas que promueven el incremento de la eficiencia de la cadena y apoyan el proyecto Agrópolis MACTOR en la consecución de sus objetivos de desarrollo agrícola y social.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general. Realizar un estudio de Vigilancia tecnológica aplicada al sector estratégico del café en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR, que permita identificar tendencias de tecnologías y conocimiento que apoyen el cierre de brechas en el sector agropecuario de Santander - Magdalena Medio.

1.2.2 Objetivos específicos. Elaborar una revisión de la literatura sobre el tema de análisis de patentes, que permita identificar y analizar los temas más relevantes asociados a la Vigilancia Tecnológica.*

Realizar un análisis de la literatura científica, con el propósito de identificar el estado y las tendencias científicas en el sector estratégico del café, en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.

Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado y las tendencias tecnológicas en el sector estratégico del café, en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.

Elaborar un artículo publicable con base en los resultados obtenidos en la pasantía de investigación.

1.3 Marco de antecedentes

Uno de los primeros pasos para la investigación a realizar fue la identificación de los pilares fundamentales del proyecto: vigilancia tecnológica y café. El conocimiento sobre estos permite el ambiente adecuado para la realización de un ejercicio investigativo válido

*El presente objetivo específico hace parte de un gran estado del arte que se está realizando junto con otros ocho proyectos complementarios que aportan a los resultados de ejecución del segundo objetivo del proyecto “Diseño de un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander - Magdalena Medio” - Agrópolis MACTOR, aprobado en la convocatoria 745 de Colciencias.

enfocado a las necesidades reales del sector. Además, conocer qué se ha trabajado y estudiado previamente con respecto a estas temáticas ayuda a tener un punto de partida desde unas bases claras y poder extender la investigación a resultados más profundos y relevantes, teniendo en cuenta los aciertos y los desaciertos pasados para así aplicar una estrategia más pertinente y precisa que permita abordar de una mejor manera los tópicos a tratar. A continuación, se muestran los principales proyectos investigativos que aportaron al marco de antecedentes de estos dos ejes primordiales mencionados, sus objetivos, resultados y la forma en que estos contribuyeron al trabajo actual.

Título: Tendencias de investigación básica y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao.

Autor: Alexis Morales Castañeda, Diego Hernando Flórez Martínez.

Entidad: Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria – SNCTA. Ministerio de Agricultura y desarrollo rural de Colombia.

Año de publicación: 2012

Objetivo: El presente documento, analiza las tendencias mundiales y los actores sobresalientes en investigación básica y aplicada para la cadena del cacao en Colombia, teniendo en cuenta, las demandas de investigación planteadas en Portal Siembra para la cadena cacaotera del país.

Este proyecto, como parte de la estructuración del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (SNCTA), atiende desde el punto de vista de la vigilancia tecnológica la determinación de los actores sobresalientes y las tendencias más relevantes en la investigación básica (literatura científica) y la investigación aplicada (patentes) de las 9 demandas de investigación entorno al desarrollo tecnológico de la cadena productiva del cacao en Colombia, priorizando las siguientes áreas temáticas del Portal Siembra: (1) Manejo integrado del sistema productivo, (2) Manejo de suelos y aguas, (3) Material de siembra y

mejoramiento genético, (4) Manejo Sanitario y fitosanitario, (5) Calidad e inocuidad de insumos y productos, (6) Manejo cosecha, poscosecha y transformación, (7) Alimentación y nutrición, (8) Sistemas de información, zonificación y georeferenciación, (9) Fisiología y reproducción animal, (10) Fisiología vegetal y nutrición, (11) Manejo ambiental y sostenibilidad, (12) Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación y (13) Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial.

Para la presente pasantía de investigación, dicho proyecto contextualiza en materia de metodología el proceso a seguir en la identificación de los factores críticos de vigilancia acorde a las demandas de investigación planteadas en el Portal Siembra. También, apoya el paso a paso en la determinación de los actores sobresalientes (inventores, autores, entidades y países) en investigación aplicada (patentes) y en investigación básica (publicaciones científicas) en la cadena del café. De igual manera, informa sobre la metodología a seguir en la revisión de las tendencias tecnológicas más relevantes (temas más recurrentes) en la literatura y en las patentes

Título: Vigilancia tecnológica y prospectiva del vehículo eléctrico y tecnologías periféricas.

Autor: María Victoria Díaz Merchán

Entidad: Universidad Nacional de Colombia – UNAL

Año de publicación: 2014

Objetivo: Desarrollar la Vigilancia Tecnológica para el sistema de movilidad eléctrica, dirigida a vehículos eléctricos, vehículos híbridos, vehículos eléctricos puros y vehículos híbridos enchufables, de uso particular urbano y público liviano y masivo, como alternativa energética y ambiental.

El presente trabajo enfoca sus esfuerzos hacia un ejercicio de vigilancia tecnológica para determinar tendencias vanguardistas relacionadas con movilidad eléctrica alrededor del mundo. El documento empieza con un capítulo llamado Estado del Arte, en donde se aborda un marco teórico sobre Vigilancia Tecnológica, Prospectiva Tecnológica, Transferencia

Tecnológica y Vehículos Eléctricos. Posteriormente se comenta que la metodología utilizada para el trabajo está basada en la mencionada en el capítulo anterior de Patricio Morcillo, y se describe que constará de cuatro frases: definición de la temática e identificación de las fuentes de información, búsqueda y análisis de la información, validación, y difusión de resultados. Finalmente se explican cada una de las fases y se generan los resultados con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

El proyecto anterior puede contribuir a la presente pasantía de investigación en los mismos puntos en los que se pudo extraer valor del primero analizado. La forma en que se lleva a cabo la metodología, y el detalle con que se explica cada actividad le permite al lector conocer paso a paso lo que se hizo y poder aplicarlo a un trabajo propio, en este caso al proyecto de grado actual. En la primera parte del documento, se dan muchas otras opciones para tomar a la hora de seleccionar una metodología, opciones valiosas de autores reconocidos a nivel mundial que pueden ser tenidos en cuenta según la necesidad que se tenga. Para finalizar, cabe resaltar la aplicación, en la fase de validación de información, del método Delphi para garantizar el valor de los resultados hallados y así generar conclusiones y recomendaciones aplicables a la realidad. Este punto permite pensar una vez más en la posibilidad de incluir esta fase en el desarrollo del presente proyecto.

Título: Modelo de negocio alternativo para la producción y comercialización de cafés exóticos de alta calidad en el departamento de Santander.

Autor: Joel Mauricio Villalta Santos.

Entidad: Universidad Industrial de Santander.

Año de publicación: 2015

Objetivo: Formular un modelo de negocio alternativo para la producción y comercialización de cafés exóticos de alta calidad en el departamento de Santander en aras de generar diferenciación a un inversionista.

Este proyecto, además de presentar un modelo de negocio de producción y comercialización de productos de café en Santander, estudia el modelo cafetero actualmente promovido por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; caracteriza los canales de comercialización del café; describe las variables y factores operativos de la cadena productiva del café en Santander y realiza una búsqueda en literatura científica de agrotecnologías innovadoras en la producción del café, con el fin de establecer estrategias de desarrollo agroindustrial en el subsector agrícola de la región.

Como conclusiones del trabajo, se presenta el elevado potencial del agro Santandereano en materia de la siembra, procesamiento y comercialización del café, por lo cual se propone la imprescindible vinculación de entidades gubernamentales y privadas en pro de la caficultura Santandereana, con el fin de investigar constantemente el comportamiento del subsector agrícola en la región para así fomentar la consolidación de gremios agroindustriales y mantener su cadena productiva bajo los altos estándares de calidad.

Para la presente pasantía de investigación, dicho proyecto contextualiza en materia de tecnología los principales factores de la cadena productiva del café en la región Santandereana, así como un análisis de las tendencias mundiales en la producción y comercialización del café. Por tales motivos se posiciona como marco de referencia para la realización de la revisión de literatura científica y técnica en el presente proyecto de grado, en pro del subsector en Santander Magdalena Medio.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Vigilancia tecnológica. La norma UNE 166000:2011 define la vigilancia tecnológica, llevada a cabo en una entidad, como “un proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en

conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (2015).

Esta serie de actividades pueden ser llevadas a cabo de forma activa, es decir, buscando información en orden de corresponder a una necesidad puntual, o de forma pasiva, a través de terceros que brinden regularmente información acerca de nuevos resultados en el campo en cuestión.

Una de las fuentes más valiosas de información para un correcto ejercicio de vigilancia tecnológica son las patentes, de las cuales se extrae cerca del 70% del conocimiento generado en literatura tecnológica. Entre las principales virtudes de los documentos de patentes se encuentra que son documentos normalizados, lo que facilita su análisis. Además, al ser la herramienta oficial de protección de propiedad intelectual para invenciones y avances tecnológicos, permite a quién las investigue, tener un panorama claro, e inclusive anticipatorio, sobre la aparición de nuevos productos o tecnologías en el mercado. (OVTT, 2010)

1.4.2 Áreas temáticas del Portal Siembra. El Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA), con el fin de caracterizar las diversas demandas de I + D en el sector agropecuario nacional Colombiano, define 14 áreas temáticas en las que las investigaciones científicas pueden ser abordadas con el fin de definir puntualmente las necesidades y objetivos de las cadenas agrícolas presentes en la nación. Dichas áreas temáticas, basadas en las categorías del Sistema Internacional de Información sobre Ciencias y Tecnologías Agrícolas (AGRIS ‘International System for Agricultural Science and Technology’) y las áreas del conocimiento utilizadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) son presentadas a continuación (PECTIA, 2016):

- Manejo cosecha, poscosecha y transformación.
- Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial.
- Material de siembra y mejoramiento genético

- Manejo del sistema productivo
- Calidad e inocuidad de insumos y productos
- Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación
- Manejo sanitario y fitosanitario
- Manejo ambiental y sostenibilidad
- Manejo de suelos y aguas
- Sistemas de información, zonificación y georreferenciación
- Fisiología vegetal y nutrición
- Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales
- Alimentación y nutrición humana y animal
- Fisiología y reproducción animal

En el apéndice D se definen los elementos agrícolas y científicos que conforman cada una de las 14 áreas temáticas mencionadas, así como su aplicabilidad a las diversas cadenas productivas del agro nacional

1.4.3 Café. A continuación, se muestran algunas características propias del sector cafetero desde diferentes dimensiones como el sector a nivel nacional e internacional, la producción del café y las demandas de investigación priorizadas.

1.4.3.1 Sector a nivel nacional e internacional. El sector cafetero en Colombia consiste en todos aquellos actores, procesos y actividades relacionadas con la producción del café. El proceso va desde la selección de la semilla de café arábico hasta su comercialización, pasando por eslabones como la recolección de granos, despulpado, lavado, secado, clasificación mediante la trilla, tosti3n y revisi3n final antes de salir al mercado (FNC, 2014).

Entre los principales entes involucrados en su cadena de valor se encuentran los campesinos, encargados de todo el proceso productivo y respaldados por la Federaci3n Nacional de

Cafeteros, organización no gubernamental (ONG) fundada en 1927 que coordina la cadena del café nacional y vela por el bienestar de cafeteros y sus familias, así como por el manejo de procedimientos adecuados para garantizar la calidad del café producido (FNC, 2014). Por otro lado, se encuentran las cooperativas, encargadas de la comercialización con valor agregado al público y de servicios asociados con el café. Actualmente existen 33 cooperativas y cuentan con 530 puntos de compra alrededor del territorio nacional (PECTIA, 2016). Finalmente, toma lugar el consumidor, aquel para el que todo lo anterior se lleva a cabo con altos estándares de calidad tanto a nivel nacional como internacional.

A nivel mundial, en 2013, el sector cafetero alcanzó la cantidad de 8,9 millones de toneladas, siendo América Latina el mayor productor con 5 millones de toneladas, seguido por Asia con 2,9 millones de toneladas. Por otro lado, los países líderes en producción y exportación son Brasil con una participación del 33,2% (25% de participación en exportaciones), Vietnam con el 16,4% (15% de participación en exportaciones) y Colombia con el 7,3% (9% de participación en exportaciones) (PECTIA, 2016). La ubicación geográfica cercana a la línea ecuatorial, además de sus condiciones climáticas y regímenes de lluvia, son atributos excepcionales que permiten a estos países líderes sobresalir en sus esfuerzos en la producción de café (FNC, 2014).

El principal país consumidor e importador de café es Estados Unidos; sin embargo, Finlandia se encuentra liderando las listas de los mayores consumidores per cápita con una cifra de 9,5 kg por persona al año, es decir, 2,64 tazas diarias (Coffee IQ, 2015).

A nivel nacional en 2017, el sector cafetero alcanzó la cantidad de 14,2 millones de sacos en un área de 903.950 hectáreas con 563.000 productores en 588 municipios de 20 departamentos, entre los que se destacan principalmente el Huila con 147.800 hectáreas cultivadas, Antioquia con 123.260 hectáreas y Tolima con 112.870 hectáreas. Santander tiene 50.160 hectáreas cultivadas (FNC, 2017). En 2015 la industria representó el 23,1% del PIB del sector agrícola, aportando el 25% de los empleos de este (730.000 de empleos directos y

1.000.000 de empleos indirectos) (FoNC, 2015). A nivel de consumo, Colombia ocupa el puesto 44 con 1,4 kg per cápita al año, es decir, 0,4 tazas por día, cifra inferior a la de República Dominicana o Costa Rica cuyo consumo es de 3,7 y 3,6 kg per cápita al año respectivamente (Coffee IQ, 2015).

Finalmente, según cifras del 2014, los principales destinos a los que Colombia exporta son: Estados Unidos, con el 41,3% de las exportaciones (288.699 toneladas), Japón con el 9,3% (65.745 toneladas) y Alemania con el 8,5% (60.229 toneladas) (PECTIA, 2016).

1.4.3.2 Producción. El caficultor sigue un proceso productivo definido por los pasos mostrados en la figura 1 y descritos a continuación.

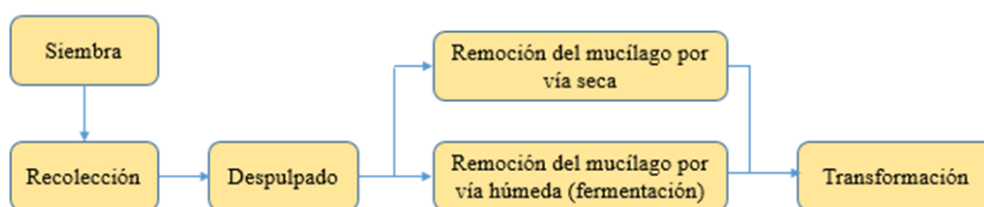


Figura 1. Etapas de la cadena productiva del café. Adaptado de FNC. (2008). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café guía tecnológica del cultivo. In Guía ambiental para el sector cafetero (Segunda ed). Obtenido de <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>.

1.4.3.2.1 Siembra. Todo inicia con el subproceso de *Siembra*, el cual consiste en el cultivo de los cafetales (plantas del café). La calidad del resultado del eslabón depende de diferentes factores, como por ejemplo la semilla utilizada, las condiciones climáticas de la siembra, el control sanitario y fitosanitario óptimo, la fertilización oportuna y la capacitación de la mano de obra, así como el manejo administrativo del cultivo y la finca (FNC, 2006).

1.4.3.2.2 Recolección (Cosecha). Posterior al cultivo, una vez la planta de café da sus frutos, sigue el subproceso de la *Recolección* del grano, el cual consiste en arrancarlo del cafetal y transportarlo lo más pronto posible en recipientes seguros y limpios, al beneficiadero o primera etapa del procesamiento. El éxito en esta fase depende de la cantidad y calidad de granos maduros que son transportados a la siguiente estación, a mayor número, mejor será el resultado final (FNC, 2006). Es por esto que, en muchos países, como Colombia, la recolección se hace vía manual, donde el campesino selecciona, rama por rama, únicamente los granos maduros; sin embargo, existen otros que mecanizan la cosecha y arrancan la totalidad de los frutos, y como proceso aparte se hace la selección de los mismos para garantizar, hasta cierto punto, la calidad mencionada (FNC, 2010). El transporte oportuno resulta necesario en orden de evitar contaminación, sobrefermentación o humedad en el grano.

1.4.3.2.3 Despulpado (Poscosecha). Al iniciar el procesamiento del café, se debe realizar un filtro adicional de impurezas, en donde se termina de descartar granos dañados, suciedad o granos verdes. Para esto se utilizan zarandas, tanques sifón, etc. (FNC, 2006). En este orden de ideas, los granos clasificados pasan al subproceso de *Despulpado*, el cual consiste en la separación de la pulpa y el grano, y puede realizarse con ayuda de la gravedad y sin el uso de agua, disminuyendo la contaminación generada en un 72% (FNC, 2008). Luego, se pasa a un filtro (que puede ser también por medio de zarandas) para continuar únicamente con los granos libres de pulpa, eliminando pulpas y granos sin despulpar (FNC, 2006).

1.4.3.2.4 Remoción del mucílago (Poscosecha). El segundo paso del procesamiento del grano es la *Remoción del mucílago*, la cual puede realizarse por vía seca o por vía húmeda, también llamada *fermentación*. La primera consiste en la remoción mecánica del mucílago y tiene ciertas ventajas como menor consumo de agua y tiempo, menor gasto en infraestructura para el procesamiento húmedo, simplificación del proceso y menor contaminación (FNC, 2008).

Para esta modalidad, es necesaria una revisión posterior que asegure la correcta remoción en todos los granos de café; si no es así, se procede a eliminar el mucílago lavando y frotando el fruto (FNC, 2006).

Por otro lado, se tiene la *Fermentación*, la cual consiste en la descomposición del mucílago del grano el cual se disuelve en agua posteriormente y se elimina a través de un *Lavado* con agua con condiciones apropiadas, limpia y no recirculada, proveniente de nacimientos o acueducto. Para este método es necesario un correcto *Secado*, el cual se puede llevar a cabo por medios naturales, con ayuda de la luz solar, o artificiales, como el secado mecánico (FNC, 2008).

Finalmente, y fuera del proceso de producción, el campesino continúa su labor con el empaque y almacenamiento en condiciones higiénicas, así como un apropiado control de calidad para posteriormente transportar el producto a sus clientes, que pueden ser comerciantes, transportadores, encargados de la transformación del producto final (industriales de la trilla, tostadores, etc.) o exportadores (FNC, 2006).

1.4.3.3 Demandas de investigación priorizadas. Dentro del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA) para el café, se contempla la priorización y definición de las necesidades de investigación para el sector cafetero en Colombia. Dichas necesidades o demandas de investigación surgen de la reunión de los principales actores del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial - SNCTA, donde se prioriza a nivel nacional y regional los enfoques científicos y tecnológicos agrícolas que las entidades investigativas deben desarrollar.

En la tabla 2, se listan las demandas de investigación priorizadas para Santander junto a sus respectivas áreas temáticas del Portal Siembra.

Tabla 2.

Demandas de investigación priorizadas en Santander.

Demanda de investigación priorizada	Área temática
Evaluación de plagas del cafeto, control y manejo	Manejo sanitario y fitosanitario
Evaluación de enfermedades del cafeto, control y manejo	Manejo sanitario y fitosanitario
Sistemas eficientes para el manejo de suelos y aguas	Manejo de suelos y aguas
Desarrollo de procesos para el aseguramiento de la calidad del café	Calidad e inocuidad de insumos y productos
Optimización de la eficiencia de los procesos y factores asociados con la cosecha y poscosecha del café (cosecha, secado, mecanización, beneficio) y generación de valor agregado.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
Ecosistemas cafeteros	Manejo ambiental y sostenibilidad
Investigación socioeconómica	Socio economía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial

Nota: Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA)

(2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

Tabla 2 (continuación).

Demanda de investigación priorizada	Área temática
Evaluación de genotipos de <i>coffea arábica</i> l. y explorar nuevos genotipos orientada a sistema bajo sombrío	Material de siembra y mejoramiento genético
Eficacia en los procesos de extensión y transferencia de tecnología	Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación
Sistemas productivos orientados a la seguridad alimentaria y alternativas de alimentación y nutrición	Alimentación y nutrición humana y animal
Fisiología y nutrición para el cultivo de café bajo sistema de sombrío	Fisiología vegetal y nutrición
Caficultura y cambio climático	Manejo ambiental y sostenibilidad
Bioprospección fitosanitaria	Manejo sanitario y fitosanitario
Exploración del cultivo de café en asocio con otros cultivos – saf	Manejo del sistema productivo
Sistemas de información SIG para la toma de decisiones	Sistemas de información, zonificación y georreferenciación
Estrategias para la articulación institucional, formación, capacitación e intercambio de conocimiento	Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales
Bioprospección (uso y manejo de las potencialidades de flora y fauna en regiones cafeteras)	Manejo ambiental y sostenibilidad

Nota: Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA)

(2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

1.4.4 Revisión de literatura. Se entiende por *revisión de literatura* al proceso de buscar, seleccionar y consultar la bibliografía y otros materiales que pueden ser útiles para los propósitos de un estudio, así como en la extracción y recopilación de información relevante y

necesaria al problema de investigación. Esta revisión es selectiva, ya que existen diversos tipos de documentos: fuentes primarias, secundarias y terciarias (Gutiérrez & Maz, 2004).

Los objetivos de una revisión de literatura son: Generar el marco de referencia conceptual de la investigación prevista; la comprensión del estado de la cuestión; proponer indicaciones para el enfoque, el método y la instrumentación de la investigación para el análisis de datos; la realización de una estimación de las probabilidades de éxito de la investigación planteada; y la compilación de información específica necesaria para formular las definiciones, los supuestos, las limitaciones y las hipótesis de la investigación (Fox, 1981).

Una de las metodologías más aceptadas se basa en tres etapas: Planeación de la revisión, desarrollo de la revisión e interpretación y presentación de los resultados (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003).

1.4.5 Análisis de patentes. El análisis de patentes se muestra como una opción metodológica que monitorea y mapea tecnológicamente la información contenida en las patentes, con el fin de adquirir conocimiento para el desarrollo de estrategias competitivas en el campo a investigar (Fleisher, Bensoussan, 2002). Dicho análisis, brinda una visión sobre las tecnologías que se manejan, las áreas emergentes y decadentes, competidores potenciales sobre los cuales fundamentar la toma de decisiones en materia de desarrollo y tecnología de una entidad u organización.

Acorde a la Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina (2015), sus fases de implementación son: Definición del objetivo de búsqueda (¿Sobre qué tema se quiere buscar?), definición de la región geográfica (¿en qué países se quiere hacer la búsqueda?), definición de la sentencia de búsqueda (¿cuál será la ecuación de búsqueda utilizada?) y finalmente la ejecución de la búsqueda.

Uno de los principales criterios a tener en cuenta para analizar patentes es la *Clasificación Internacional de Patentes*, o IPC (por sus siglas en inglés). Consiste de un código que se les asigna a las patentes para señalar el área de tecnología a la que pertenece cada una. Los símbolos constitutivos, están organizados de manera jerárquica descendente, representando el primero de la izquierda un área que comprende a la representada por el segundo, que a su vez comprende a la representada por el tercero, y así sucesivamente (OMPI, 2018). Comúnmente se tienen en cuenta únicamente los 4 primeros símbolos de un IPC (IPC 4) para analizar patentes con mayor facilidad. Este código, debido a que es más general que el IPC, permite un mejor manejo de la información obtenida y facilita la visualización de las principales temáticas abordadas por los resultados.

Otros conceptos importantes a la hora de examinar una patente son los de *Descripción* y *Reivindicaciones*, ambos consignados por el aplicante. El primer término consiste en todas aquellas características detalladas, funciones y modo de operar de su invención. El segundo se trata del alcance de la protección jurídica, es decir, aquello que el solicitante busca proteger legalmente de su patente, usualmente para fines comerciales. Es importante que el titular sea muy específico en sus reivindicaciones y se extienda lo necesario para no dejar ningún detalle sin tocar, pues cualquier información que esté en la *descripción*, y no se encuentre explícita en esta sección, será de libre acceso y cualquier persona o entidad podrá utilizarla sin autorización (OMPI, 2018).

Finalmente, se tiene el concepto de *Familia de patentes*, el cual se describe como el conjunto de publicaciones relacionadas con la misma invención que, por lo general, han sido registradas en diferentes países o en diferentes momentos, y comparten las mismas reivindicaciones (OMPI, 2013).

1.4.6 Matheo Patent. Es un software que facilita la búsqueda y análisis de patentes en bases de datos como la de la oficina de patentes y marcas de Estados Unidos (USPTO por sus siglas en inglés), la oficina de patentes europea (EPO por sus siglas en inglés) y la organización mundial de la propiedad intelectual (OMPI). Este programa permite realizar la investigación por medio de palabras clave en diferentes campos como *Título, Resumen, Inventor, Solicitante, Número de patente y Códigos de clasificación*, así como descargar toda la información relacionada a cada una de las patentes resultantes.

Por otro lado, Matheo Patent ofrece herramientas orientadas al usuario para un análisis profundo y personalizado. Entre las principales funciones se encuentran: clasificación de patentes de acuerdo a sus características específicas, puntuación y anotación en los documentos de acuerdo la importancia de cada uno, visualización del estado legal de las patentes a través de un gráfico de línea de tiempo donde se resaltan los detalles de la vida de cada una, creación de redes de patentes citantes o citadas, representaciones gráficas a través de diagramas, diseño de mapas de patentes, vigilancia automática, generación de informes, entre otras (Matheo Software, 2018).

2 Desarrollo metodológico

Para dar cumplimiento a los 4 objetivos específicos del presente trabajo, en colaboración con el grupo INNOTECH se definieron 4 fases clave presentadas en la figura 2 y explicadas a continuación:

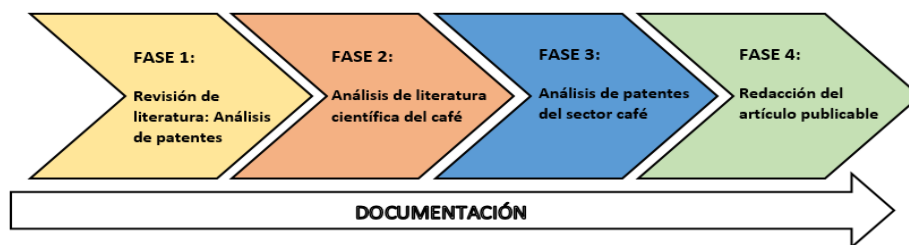


Figura 2. Metodología del proyecto.

La primera fase de la metodología para el proyecto: Estudio de vigilancia tecnológica aplicado al sector estratégico del café en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR, es una revisión de literatura sobre los documentos referentes a la temática de análisis de patentes, herramienta clave en un ejercicio de vigilancia tecnológica. Dicha revisión aporta desde una perspectiva multidisciplinaria, a la consolidación de un gran estado del arte sobre la Vigilancia Tecnológica. En este sentido, la presente investigación hace parte de los proyectos de Vigilancia Tecnológica (desarrollados por INNOTECH) asociados al proyecto Agrópolis MACTOR, donde cada uno de ellos definirá una revisión de literatura asociada a una temática específica de la vigilancia tecnológica. La compilación de dichas temáticas (vigilancia comercial, vigilancia del entorno, inteligencia competitiva, análisis de patentes, prospectiva tecnológica y análisis cuantitativo - bibliométrico) conforman el gran estado del arte tenido en cuenta en las fases 2, 3 y 4 de la presente pasantía de investigación.

La segunda y tercera fase del presente proyecto hacen referencia al desarrollo pleno del ejercicio de vigilancia tecnológica aplicado al sector estratégico del café. La segunda fase hace referencia al análisis de literatura científica del sector, la tercera fase desarrolla un análisis de patentes dentro del mismo y la cuarta fase corresponde a la redacción de un artículo publicable con los resultados de las fases 2 y 3 de la presente pasantía de investigación.

2.1 Fase 1: Revisión de literatura de la vigilancia tecnológica: Análisis de patentes

2.1.1 Revisión de literatura gris para identificación del enfoque investigativo y de la estrategia de búsqueda. El desarrollo de la revisión tuvo como primera instancia, la indagación en literatura gris (a través del buscador Google Scholar) del término “análisis de patentes”, para definir el enfoque de la investigación. Posteriormente, y como complemento al proceso de lectura de literatura gris, se realizó a través de la plataforma Scopus, una búsqueda (sin restricciones de ventana de tiempo) del término “Patent Analysis” con el objetivo de realizar lectura preliminar de 5 revisiones asociadas a la temática de la investigación y así, definir el enfoque a consultar (Ver apéndice E).

Se prioriza como eje de búsqueda la literatura científica alusiva al *desarrollo metodológico del análisis de patentes*. Dicho enfoque se basó en extraer las tendencias científicas de análisis más relevante dentro del paso a paso del análisis de patentes, donde se identificaron las siguientes 4 fases (Fleisher & Bensoussan, 2002):

- Definición estrategia de búsqueda
- Descarga e importación de patentes
- Pretratamiento de datos y análisis
- Extracción de conclusiones

A partir de dicho enfoque se procedió a definir las palabras claves de la investigación, que debían ser tenidas en cuenta en la formulación de la estrategia de búsqueda. En la tabla 3, se presentan los términos más relacionados al análisis de patentes (maneras de denominar al análisis de patentes) como “Patent screening”, “Patent visualization”, “Patent monitoring”, “Patent landscape”, y los sinónimos asociados al pilar metodológico de la búsqueda: “Methodology”, “Tools”, “Techniques”, entre otros.

Tabla 3.

Palabras clave consideradas en la investigación.

Patent analysis	Methodology
Patent landscape	Tools
Patent monitoring	Guide
Patent visualization	Techniques
Patent screening	Methods

2.1.2 Selección de bases de datos. Se seleccionó la base de datos Scopus por ser una de las fuentes de información más afines con el enfoque investigativo y por sus altos estándares en los procesos de indexación (Elsevier, 2016). Por otro lado, se presenta como la base de datos con mayor número de publicaciones en temáticas relacionadas a esta investigación, primordialmente porque tiene resultados desde el año de 1970, mientras otras opciones, como Web of Science, por ejemplo, tienen desde 2001, restringiendo el alcance temporal de la producción de conocimiento. Además, la herramienta permite el seguimiento integral, análisis y visualización de la investigación (Recursos Científicos FECYT, 2013), razones por las cuales se posiciona como el instrumento adecuado y fundamental para la realización del presente trabajo.

2.1.3 Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda. Las palabras claves, ilustradas anteriormente, fueron empleadas en la fase inicial de la trazabilidad de la ecuación de búsqueda (Apéndice F correspondiente a la trazabilidad de la ecuación). No obstante, a partir del proceso de validación en la base de datos, varios términos fueron descartados en la ecuación final debido a la poca pertinencia que arrojaron los resultados respecto a la investigación. Como producto de dicha trazabilidad, se presenta a continuación la ecuación definitiva no refinada:

TITLE-ABS-KEY ("Patent analysis")

Dicha ecuación, arrojó un total de 1.209 documentos, siendo sometida posteriormente al análisis bibliométrico de sus resultados.

2.1.4 Realización del análisis bibliométrico. A partir de la ecuación de búsqueda definida en el numeral anterior, y con el fin de identificar las principales tendencias y comportamiento que sigue el análisis de patentes a nivel global, se realizó el análisis bibliométrico analizando los siguientes indicadores: autores más citados, años con mayor actividad científica, área del conocimiento con más publicaciones, países con más documentos y tipos de documentos más frecuentes en la literatura.

2.1.5 Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad para analizar la revisión preliminar de la literatura. Con base en el análisis bibliométrico y con el objetivo de garantizar la mayor calidad en los resultados arrojados por la ecuación de búsqueda final, se decidió limitar la investigación a partir de los criterios de inclusión, exclusión y calidad mostrados en la tabla 4.

Como se evidencia en los criterios de exclusión, no se tomaron en cuenta las áreas temáticas relacionadas con la física, química, agricultura y medicina dado su desenfoco acorde al eje investigativo del desarrollo metodológico del análisis de patentes. Se evidenció en mayor medida la presencia de investigaciones aplicadas con fuerte carácter técnico que no enfocan su metodología sobre el proceso empleado en el análisis de patentes.

Tabla 4.
Criterios de inclusión, exclusión y calidad de la búsqueda.

Criterio	Descripción
Inclusión	Documentos encontrados en la base de datos Scopus. Ventana de tiempo 5 años (2013 a 2018). Documentos en idioma español e inglés.
Exclusión	Documentos de tipo reseña de conferencias y editoriales. Áreas de conocimiento como la física, química y medicina.
Calidad	Los documentos deben garantizar el desarrollo de una metodología relacionada al análisis de patentes o presentar una investigación relacionada a metodologías nuevas o existentes de análisis de patentes.

De acuerdo con lo anterior, se define la ecuación refinada a continuación:

TITLE-ABS-KEY("Patent analysis") AND (EXCLUDE (DOCTYPE,"cr ") OR EXCLUDE (DOCTYPE,"ed ")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA,"PHYS ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"CHEM ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"AGRI ") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"IMMU ")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR,2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR,2013)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English ") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Spanish "))

Con dicha ecuación, se obtuvieron 551 resultados a ser tenidos en cuenta en la revisión (Ver títulos en apéndice G correspondiente a la matriz de factores ponderados). Ver figura 3.

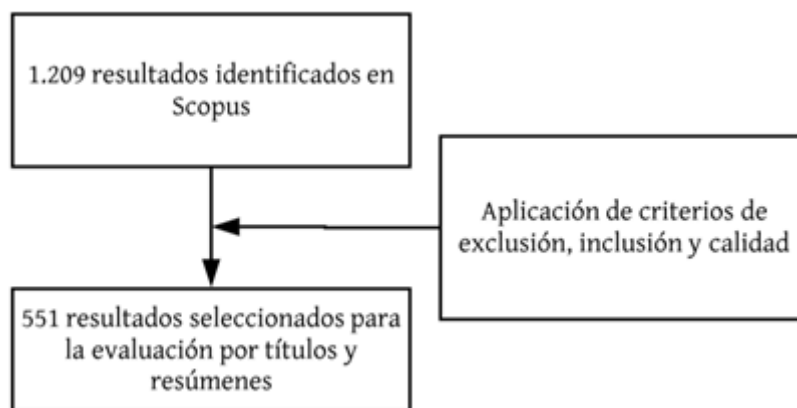


Figura 3. Proceso exclusión e inclusión de documentos.

2.1.6 Análisis de resúmenes y títulos de los artículos para fijar la muestra y excluir aquellos que difieren con los criterios de calidad establecidos. Desde la coordinación del proyecto y con el fin de definir los documentos a considerar en la revisión (lectura completa), se realizó un filtro basado en la lectura de títulos y resúmenes de los resultados arrojados por la ecuación refinada. Dicho proceso, basado en los criterios de calidad y acorde al enfoque investigativo, filtró y seleccionó los artículos que fueron leídos en su totalidad para la extracción de conclusiones en términos del *análisis de patentes*. Para dicho filtro se implementó una matriz de pesos ponderados formada por los factores mostrados en la tabla 5. Estos nodos están basados en las 4 fases del análisis de patentes comúnmente aceptadas (Fleisher & Bensoussan, 2002). En la matriz de factores ponderados, las 4 fases del análisis de patentes se redujeron a 3 nodos, ya que con ellos se logra resumir lo que un estudio de análisis de patentes debe comprender y permite abordar de una mejor manera el análisis requerido.

Se procedió a la revisión de títulos y resúmenes de los 551 resultados arrojados, posteriormente, a sus respectivas lecturas de títulos y resúmenes fueron valorados en una escala de 1 a 5 acorde a su aporte a cada factor descrito, y de esta forma obtuvo su peso promedio. Fueron seleccionados 30 artículos (muestra de artículos definida junto a la dirección del proyecto al considerar su elevado peso de contenido en la extracción de conclusiones) leídos

en su totalidad con el fin de realizar la revisión. Ver apéndice H correspondiente a los títulos seleccionados.

Tabla 5.

Factores a evaluar por artículo con su respectiva ponderación.

Factor	Peso (porcentaje)
Determinación estrategia de búsqueda (se incluye análisis de datos).	35%
Análisis bibliométrico y estadístico de patentes.	40%
Extracción y difusión de información.	25%
TOTAL	100%

2.1.7 Identificación preliminar de las tendencias más relevantes en el tema de análisis de patentes. A partir de la lectura de los 30 documentos, se procedió a la extracción de conclusiones en una matriz de nodos diseñada. Dicha matriz, diseñada según lo planteado por Fleisher & Bensoussan (2002) sugiere los siguientes nodos:

- Definición estrategia de búsqueda
- Descarga e importación de patentes
- Pretratamiento de datos y análisis
- Extracción de conclusiones

En este orden de ideas, se extrajeron las respectivas conclusiones de cada documento frente a cada nodo, es decir, se identificó el aporte más significativo de cada documento frente cada una de las etapas del desarrollo metodológico del análisis de patentes. Ver apéndice I correspondiente a la matriz de nodos. Ver resultados en la sección 3.1.2

2.2 Fase 2. Análisis de la literatura científica en el sector estratégico del café

2.2.1 Identificación de los factores críticos de vigilancia para el sector estratégico del café y priorización del eslabón de la cadena cafetera a investigar. Como paso inicial para la vigilancia tecnológica del café, tomando como base el planteamiento del problema del presente proyecto, se definieron los factores críticos de vigilancia en la cadena cafetera, con el fin de determinar los eslabones productivos claves en términos de necesidades de investigación y desarrollo.

Desde la dirección del proyecto, se contemplaron las 18 demandas de investigación cafetera en Santander planteadas en el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA) del Café (ver sección 1.4.3.3) cómo los principales indicadores de las necesidades que el presente ejercicio de vigilancia tecnológico debía abordar. No obstante, con el fin de establecer el enfoque principal de los los análisis de literatura y de patentes y de acotar los límites de la actual pasantía de investigación, se analizó la información cafetera presentada en el Plan de Desarrollo Departamental – PDD de Santander, se validó con expertos del sector café en el Magdalena Medio de Santander, y se analizaron los informes del sector. En la determinación de los factores de vigilancia, se llevó a cabo la siguiente orden de actividades ilustrados en la figura 4.

2.2.1.1 Estado actual de la cadena cafetera en Santander a partir de datos del Plan de Desarrollo Departamental. Con base en el Plan de Desarrollo Departamental de Santander, se analizaron las problemáticas y fortalezas en materia de productividad cafetera para el del departamento de Santander planteadas por la Gobernación del Departamento en su Plan de Desarrollo con el fin de observar desde el punto de vista gubernamental las problemáticas encontradas en la cadena cafetera. Ver resultados en sección 3.2.1.1.

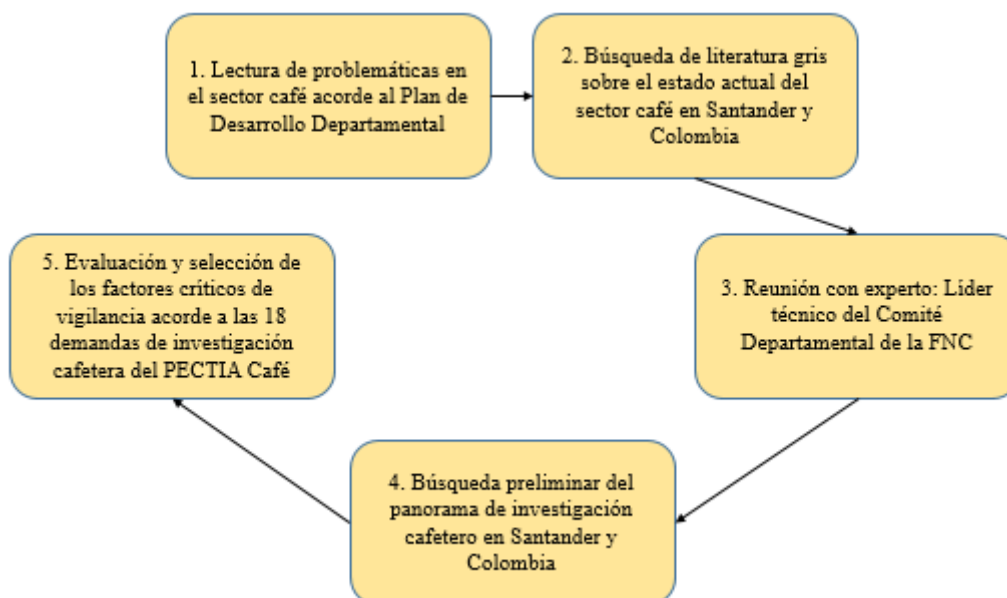


Figura 4. Proceso de definición de factores críticos de vigilancia.

2.2.1.2 Lectura de noticias de interés general en literatura gris sobre el estado actual del sector café en Colombia. Como segunda instancia, se consultó en fuentes como El Tiempo, El País, Portafolio, Revista Semana y en los boletines de la Federación Nacional de Cafeteros las noticias y eventos más destacados en materia de tecnología y producción agrícola en el sector café, con el fin de plantear un panorama inicial de las problemáticas a tratar. Ver resultados en sección 3.2.1.2.

2.2.1.3 Reunión con Líder técnico del Comité Departamental de la FNC. Con el fin de otorgar a la definición de los factores un punto de vista práctico, se consultó a Henry Parra, líder de la división técnica del comité santandereano de la Federación Nacional de Cafeteros - FNC, con el objetivo de conocer desde la perspectiva de la Federación, cuales son las necesidades más importantes en materia del desarrollo tecnológico del sector en el Magdalena Medio de Santander. Ver resultados en sección 3.2.1.3.

2.2.1.4 Búsqueda preliminar del panorama de investigación cafetero en Santander y Colombia. A partir de los datos presentados por el Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial – SNCTA, se indagó sobre los principales actores del panorama científico cafetero en Colombia, definiendo los principales grupos de investigación en Colombia y en Santander, los indicadores de focalización científica y el número de investigaciones realizadas en el sector acorde a su área temática Siembra. Ver sección 3.2.1.4.

2.2.1.5 Definición criterios de selección de los factores críticos de vigilancia. Con base en la información recolectada, se procedió a la selección de las demandas de investigación planteadas en el PECTIA del Café que marcaron el enfoque de la presente investigación. Para dicha selección, se priorizaron desde la dirección del proyecto las 3 demandas a nivel Santander más relevantes en la información recolectada, para lo cual cada una de ellas recibió un puntaje de 1 al 3 (1= Muy importante, 3=Levemente importante) con el fin de escoger como factor crítico de vigilancia tecnológica la demanda de investigación más pertinente a las necesidades de mejora y desarrollo tecnológico en Santander. En la tabla 6 a continuación, se presentan dichas 3 necesidades priorizadas y sus respectivos criterios de selección. Ver resultados en sección 3.2.1.5.

Se seleccionó la demanda relacionada al “*Manejo cosecha, poscosecha y transformación*” por ser la más importante y priorizada dentro del Magdalena Medio de Santander. Ver sección 3.2.1.5 referente a la definición de los factores críticos de vigilancia.

Tabla 6.

Criterios de selección factores críticos de vigilancia.

Área temática	Demanda	Prioridad (1=alta - 3= baja)	Criterios de selección
Manejo	Optimización de la eficiencia de los procesos y factores asociados con la cosecha, cosecha y poscosecha del café (cosecha, secado, transformación, mecanización, beneficio, transformación, almacenamiento)	1	Definido como el más importante acorde a experto del sector. Demanda priorizada a nivel nacional y departamental en Portal Siembra. Diversas noticias de interés nacional relacionadas con dichas problemáticas. Situación mencionada en el PDD
Manejo ambiental y sostenibilidad	Adaptación de la caficultura colombiana al cambio y la variabilidad climática	2	Definido como relevante por experto (manejo de lluvias). Área temática altamente demandada en investigación en Santander. Diversas noticias nacionales relacionadas a la adaptación y variabilidad climática
Manejo de suelos y aguas	Sistemas eficientes para el manejo de suelos y aguas	3	Definido como relevante por experto (fertilización y métodos de riego). Área temática más demandada en investigación en Santander. Diversas noticias nacionales relacionadas a la sostenibilidad ambiental

2.2.2 Formulación de la estrategia de búsqueda.

2.2.2.1 Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda. Acorde a los factores críticos de vigilancia definidos y a la posterior búsqueda de información en literatura gris relacionada a los principales elementos y términos agrícolas que conforman la cosecha y

poscosecha (beneficio del café), se procedió a especificar las principales palabras claves a considerar en la fijación de la ecuación de búsqueda.

Dichas palabras claves se presentan en la tabla 7, donde se aprecian los ejes temáticos de la investigación: denominaciones del café en el mundo, recolección del café, selección de granos maduros de café, despulpado, la remoción del mucílago y secado, así como los aspectos fundamentales a innovación y transformación cafetera. Se presentan términos en español, inglés y portugués al ser los idiomas más relevantes en la divulgación de investigaciones de innovación cafetera.

A partir de las palabras claves definidas, se procedió a la elaboración de la ecuación de búsqueda. Con el fin de facilitar y obtener resultados más concluyentes en el ejercicio de la vigilancia, se decidió no separar los subprocesos seleccionados de la cadena productiva en ecuaciones de búsqueda independientes, por lo cual, se empleó una única ecuación de búsqueda que integra los 2 procesos (cosecha y poscosecha (beneficio del café)) mencionados. En el proceso de formulación de la ecuación, fueron descartadas y modificadas diversas de las palabras claves presentadas (modificación de Theasurus, y aparición d truncadores), ver apéndice J: trazabilidad ecuación de búsqueda. A continuación, se presenta la ecuación de búsqueda final:

(cafe OR coffee OR "coffee cherr" OR "coffee seed" OR "coffee bean" OR "coffea arabica") AND (wet* OR wash* OR demucilag* OR mucilag* OR depulp* OR pulp* OR peel* OR despulpad* OR lav* OR unwash* OR dry OR postharvest OR harvest* OR pick* OR strip* OR producti* OR processing OR farming OR ((harvest* OR pick* OR strip*) AND (classif* OR sort* OR selec*)))*

Tabla 7.

Palabras claves tenidas en cuenta en el análisis de literatura y de patentes.

Eje temático	Términos relacionados					
Café	Coffee	Coffea Arabica	Café cerezo	Coffee cherry	Coffee bean	Coffee seed
Recolección	Harvest	Strip	Picking			
Selección	Clasificación	Classification	Sort			
Despulpado	Depulping	Pulp	Despulpado	Peeling		
Remoción mucílago	Coffee mucilage	Demucilaging	Coffee wash	Coffee wet	Coffee dry	
Secado	Coffee dry					
Producción agrícola	Postharvest	Processing	Farming	Product ion		

Dicha ecuación, sería analizada en la base de datos seleccionada por medio de un análisis bibliométrico con el fin de analizar el comportamiento científico de las temáticas relacionadas a la cosecha y poscosecha del café.

2.2.2.2 Selección de bases de datos y software para análisis de información. La base de datos considerada como adecuada para el análisis de la información fue Scopus. Esto debido a su enfoque científico y tecnológico, a sus altos estándares de admisión de publicaciones (Elsevier, 2016), y a las herramientas con las que dispone que permiten el seguimiento integral, análisis y visualización de la investigación (Recursos Científicos FECYT, 2013). Además, presenta resultados desde 1970, lo que brinda la posibilidad de estudiar un panorama más amplio que otras bases de datos como Web of Science, con publicaciones desde 2001.

Ya definida la base de datos de la investigación, se decidió realizar la búsqueda sin ninguna limitación en su estructura (ventana de tiempo o área temática) con el objetivo de analizar en su totalidad el comportamiento científico arrojado por la ecuación. Se procedió a buscar únicamente por título debido al desenfoque en los resultados iterando en los diversos campos de búsqueda (resumen, palabra clave, entre otros), es decir, con dichos campos los resultados arrojaban temáticas diferentes a las priorizadas en los factores críticos de vigilancia. Dicha ecuación arrojó un total de 1.207 resultados para posterior análisis.

2.2.2.3 Definición de criterios de análisis de comportamiento científico. A partir de la búsqueda de documentos en la plataforma Scopus con la ecuación de búsqueda final, se abordó la dinámica que han seguido las publicaciones científicas alrededor del mundo.

Para lo anterior se partió de la información obtenida de Scopus por medio de su herramienta de análisis de estadísticas bibliométricas (publicaciones por año, publicaciones por autor, entidades líderes y áreas temáticas Scopus); de la categorización de cada resultado acorde a su relación y pertinencia con los respectivos subprocesos de la cadena productiva del café y de la clasificación de los resultados acorde a las áreas temáticas propuestas en el Portal Siembra. Se describen a continuación cada una de las clasificaciones. Ver sección 3.2 correspondiente a los resultados del presente numeral.

2.2.2.3.1 Publicaciones por año. Se analizó el número de publicaciones por año, con el objetivo de analizar las tendencias evolutivas o puntos de inflexión en el tiempo en cuanto al volumen de investigaciones relacionadas a la cosecha y la poscosecha del café.

2.2.2.3.2 Publicaciones por país. Por otro lado, se analizaron las publicaciones científicas por país con el fin de conocer aquellos países en donde se está viendo un mayor desarrollo

investigativo en el campo, y qué relación tienen estos con la realidad económica y agroindustrial actual.

2.2.2.3.3 Publicaciones por autor. El número de documentos que tiene un investigador permite apreciar su influencia en el mundo científico. Es por dicha razón que hacer un análisis de este factor resulta necesario si se quiere conocer acerca de aquellos protagonistas que lideran la mayoría de los avances relacionados con la producción de café a nivel global y con esto, abrir las puertas, en un futuro, para un posiblemente acercamiento más a fondo sobre otros proyectos que desempeñen y tenerlos como referentes de conocimiento.

2.2.2.3.4 Publicaciones por entidad. Se analizaron las principales entidades científicas que actualmente lideran en publicaciones de investigación básica sobre *la cosecha y la poscosecha* del café, con el fin de establecer las instituciones referentes que pueden llegar a ser proveedoras de tecnología y desarrollo para el Magdalena Medio de Santander.

2.2.2.3.5 Publicaciones por temática Scopus. Con base en las estadísticas de comportamiento bibliométrico de Scopus, se analizó el número de publicaciones por área temática de la base de datos, con el fin de indicar globalmente las áreas de conocimiento principales arrojados por la ecuación.

2.2.2.3.6 Publicaciones por subproceso de cosecha o poscosecha. Se categorizó cada resultado acorde a su relación y pertinencia con los respectivos subprocesos de la cadena productiva del café, realizando lectura de los respectivos títulos, resúmenes y palabras claves de los 1.207 resultados. Para dicha categorización, se mencionan en la tabla 8, acorde a su subproceso, los criterios en los que los documentos científicos y patentes fueron clasificados (las patentes fueron utilizadas en la siguiente fase de análisis del presente ejercicio de vigilancia

tecnológica), tomando como base el marco teórico del presente proyecto. Dicha clasificación, no fue mutuamente excluyente, por lo cual un documento podía presentar más de un subproceso productivo.

Tabla 8.

Criterios de clasificación de patentes y documentos científicos por subproceso cafetero.

Subproceso	Criterios de clasificación
Recolección [Cosecha]	Documentos científicos o patentes relacionados a la cosecha y/o recolección del grano en el cafeto, al almacenamiento del grano en la etapa previa al despulpado, desarrollo o invención de dispositivos de recolección asistida, capacitación y desarrollo de personal recolector del café. Los documentos y patentes debían contemplar términos en inglés como "Strip*", "Harvest*", "Pick*", entre otros
Selección [Cosecha]	Patentes relacionadas a la selección y/o clasificación de los granos maduros, y capacitación y desarrollo de personal clasificador del café. Las patentes debían contemplar términos como "Classif*", "Clasif*", "Sort*", "Selec*", entre otros.
Despulpado [Poscosecha]	Documentos científicos o patentes relacionados al proceso de despulpado del grano maduro, contemplando el desarrollo de tecnologías agroindustriales relacionadas a la remoción de la cáscara del café y a el aprovechamiento de la pulpa de café como subproducto de la cadena. Los documentos y patentes debían contemplar términos en inglés como "Depul*", "Peeling*", "Pulp*", entre otros.
Remoción del mucílago (fermentación) [Poscosecha]	Documentos científicos o patentes relacionados al proceso de remoción del mucílago del café por vía mecánica o por medio de la fermentación, contemplando el desarrollo de tecnologías agroindustriales relacionadas a la remoción del mucílago por vía húmeda o por vía seca y a el aprovechamiento de la pulpa de café como subproducto de la cadena. Los documentos y patentes debían contemplar términos en inglés como "demucilag*", "coffee mucilage*", entre otros.

Tabla 8 (continuación).

Subproceso	Criterios de clasificación
Lavado [Poscosecha]	Documentos científicos o patentes relacionados al proceso de lavado del café como parte de la remoción del mucílago del café por medio de la fermentación, contemplando el desarrollo de tecnologías agroindustriales relacionadas a la remoción del mucílago por medio del lavado del grano de café. Documentos relacionados al manejo óptimo de recursos naturales como el agua en el lavado y el aprovechamiento del mucílago de café como subproducto de la cadena. Los documentos y patentes debían contemplar términos en inglés como "coffee wet*", "coffee wash*", entre otros
Secado [Poscosecha]	Documentos científicos o patentes relacionados al proceso de secado del café como parte final de la remoción del mucílago del café por medio de la fermentación, contemplando el desarrollo de tecnologías agroindustriales relacionadas al rápido y eficiente secado del grano de café. Documentos relacionados al manejo óptimo de dispositivos de secado y el aprovechamiento del mucílago de café como subproducto de la cadena. Los documentos y patentes debían contemplar términos en inglés como "coffee dry*", "coffee wash*", entre otros
Otros [Siembra y Transformación]	Documentos científicos o patentes que además de estar directamente relacionados a los procesos de cosecha y poscosecha, tienen relevancia en el manejo de la siembra y la transformación el grano, teniendo en cuenta los factores relacionados a la mejora del sistema productivo y a la optimización de costos y recursos agrícolas

En el apéndice K, relacionado a la tabla de clasificación de literatura cafetera, se muestran los documentos categorizados acorde a su pertinencia con los respectivos eslabones.

La *Fermentación*, tal y como se muestra en el marco teórico, es el nombre que recibe el método húmedo para llevar a cabo la *remoción del mucílago*. Al ser un subgrupo entonces, el primero del segundo, además de la escasez de resultados encontrados, se decidió no especificar la *Fermentación* como una categoría adicional.

Los eslabones de *Selección (para patentes)*, *Lavado y Secado*, aun perteneciendo a la *Recolección y Remoción del mucílago*, respectivamente, se incluyeron como subprocesos independientes para el análisis de patentes ya que se encontró en los resultados una considerable cantidad de publicaciones enfocadas a estos segmentos de la cadena en particular. Por otro lado, la *Selección* se presenta entre los subprocesos relacionados con la cosecha ya que en algunos países, como Colombia, el filtro de los granos maduros se realiza, por excelencia, desde la recolección, donde los campesinos examinan los frutos antes de arrancarlos y únicamente toman aquellos con características óptimas y que satisfagan los requisitos del mercado (FNC, 2010).

Dicha clasificación, otorgó a las conclusiones del ejercicio de vigilancia tecnológica presente, un mayor grado de flexibilidad en cuanto a la especificación de qué partes de la cosecha o de la poscosecha (beneficio del café) están siendo investigadas a lo largo del mundo.

2.2.2.3.7 Publicaciones por Área temática del Portal Siembra. Por otro lado, se categorizó cada documento con base en la relación de su contenido con las 14 áreas temáticas planteadas en el Portal Siembra, con el propósito de definir desde una perspectiva de investigación agrícola los enfoques en los que se está desarrollando el conocimiento sobre la cosecha y poscosecha del café en el mundo. Dicha clasificación, adoptada y soportada por el Ministerio de Agricultura de Colombia, refleja holísticamente todas las áreas del conocimiento en la que el sector agrícola puede ser investigado, por lo cual, al emplear dicha categorización en el presente ejercicio de vigilancia tecnológica, se logró identificar los diversos enfoques en los que científicamente se están abordando los factores críticos de vigilancia del presente proyecto. Ver áreas temáticas en la sección 1.4.2 correspondiente al marco teórico.

Se agregó adicionalmente la categoría “Aprovechamiento de subproductos” con el fin de conocer los artículos enfocados al desarrollo de tecnologías y procesos asociados a los residuos

y subproductos de los eslabones de la cadena productiva del café, ya que no existía una categoría en el Portal Siembra directamente relacionada a dicha temática.

Se clasificaron los 1.207 resultados arrojados por la ecuación a través de la lectura de sus respectivos títulos, resúmenes y palabras claves de cada documento. Dicha clasificación, se basó en la identificación de sus temas de estudio en relación con los ejes investigativos contemplados en las áreas temáticas del Portal, mencionados en el Apéndice D. Por lo cual, al ser identificado en cada documento uno o más de dichos ejes investigativos descritos en las áreas temáticas, se procedía a categorizar cada resultado dentro del área temática correspondiente. Por otro lado, la clasificación, no fue mutuamente excluyente, por lo cual un documento podía presentar más de un área temática. Es preciso afirmar que dicha categorización no contempló su relación directa y específica a cada subproceso de la cadena productiva, sino que contempló de manera general el conjunto de operaciones contempladas dentro de la cosecha y la poscosecha del café. Ver apéndice K correspondiente a la tabla de clasificación de la literatura cafetera.

2.2.2.4 Panorama del conocimiento científico. Con el fin de obtener la mayor flexibilidad y aprovechamiento de la información obtenida a partir de los 1.207 resultados arrojados por la ecuación de búsqueda, se procedió a analizar desde el punto de vista de cada subproceso de cosecha y poscosecha, cuales son las principales tendencias investigativas cafeteras en el mundo científico. Dichas tendencias, fueron clasificadas acorde a su pertinencia con las áreas temáticas del Portal Siembra y con las áreas temáticas de Scopus mencionadas en las secciones 2.2.2.3.5 y 2.2.2.3.7 De igual manera, se analizó puntualmente para cada subproceso cuales son los investigadores, entidades y países referentes en investigación científica cafetera. Ver sección 3.2.5 correspondiente a resultados.

2.3 Fase 3: Análisis de patentes en el sector estratégico del café

Para un correcto ejercicio de análisis de patentes, se dividió el procedimiento en cinco fases, abordadas una tras otra de tal manera que se siguiera una secuencia metodológica coherente. Estas se presentan a continuación:

2.3.1 Formulación de la estrategia de búsqueda. En primer lugar, se presenta la formulación de la estrategia de búsqueda, la cual, a su vez, se subdivide en tres etapas así:

2.3.1.1 Selección de bases de datos y software para el análisis de información. Inicialmente, se eligió la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) a través de la plataforma Espacenet, por ser una entidad que promueve y fomenta la protección de la propiedad intelectual a nivel internacional. Además, ya que su plataforma cuenta con patentes, investigadores y entidades de todo el mundo, permite mitigar el sesgo que se puede presentar en otras oficinas de patentes hacia campos específicos u organizaciones, como en la de Estados Unidos (USPTO) o la europea (EPO), por ejemplo.

Para acceder a la OMPI se recurrió al software Matheo Patent, provisto por el grupo de investigación INNOTECH. En este se procedió a validar cada celda de búsqueda con términos aleatorios, y así determinar en cuál se presentaban publicaciones con mayor enfoque hacia lo que el estudio necesitaba sin sacrificar el número de resultados. Se encontró que la investigación en el campo *Título*, únicamente, brinda material atractivo mientras que en *Título o Resumen o Aplicante o Inventor*, los hallazgos fueron bastante dispersos. Esto se puede explicar debido a la posible aparición del término buscado en espacios como el nombre o apellidos de los inventores o aplicantes, en el resumen de la patente, aunque no sea el tema principal, etc.

En este orden de ideas, otra premisa que se tuvo en cuenta antes de iniciar el ejercicio investigativo, fue la selección de los softwares para hacer el respectivo análisis de tendencias. Para este caso, se tomó Matheo Analyzer, provisto nuevamente por el grupo de investigación INNOTECH, y Microsoft Excel. El primero, permitió extraer los datos recolectados en Matheo Patent y generar información relacionada con tendencias bibliométricas, así como gráficos ilustrativos utilizados para una mejor apreciación del panorama general. En el segundo software, Excel, se registraron los resultados de acuerdo con las áreas temáticas preestablecidas por los investigadores (eslabones de la cadena productiva y Portal Siembra) y para el análisis de esta información cruzada y específica.

2.3.1.2 Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda. El siguiente paso realizado fue la definición de la ecuación de búsqueda que se aplicó a la base de datos seleccionada. En primer lugar, similar al procedimiento seguido en la sección 2.2.2.1, se tuvo en cuenta los Factores Críticos de Vigilancia mencionados en la sección 3.2.1, así como lo encontrado en la consulta de literatura gris sobre términos relacionados con estos, para identificar las palabras clave mayormente utilizadas por la comunidad científica y se muestran en la tabla 7. Estas, junto con el uso de operadores lógicos Booleanos y Truncadores, permitieron la creación de diferentes configuraciones para la ecuación de búsqueda, validadas experimentalmente hasta conseguir la definitiva, que abarcaría la temática a abordar y de dicha forma sus resultados no se desenfocarían a partir de los factores críticos de vigilancia seleccionados. De esta manera, se presenta en el apéndice J la trazabilidad de la ecuación de búsqueda y a continuación se muestra la ecuación final obtenida.

(cafe OR coffee OR ((cherry OR bean*) AND coffee) OR (coffea AND arabica)) AND (wet* OR wash* OR úmid* OR lavagem OR desmucilagina* OR demucilag* OR mucilag* OR depulp* OR pulp* OR peel* OR descascad* OR descascarada* OR despulpado* OR*

despolpad OR lav* OR unwash* OR dry OR secado OR secagem OR postharvest OR poscosecha OR poscolheita OR (cosecha OR colheita OR harvest* OR pick* OR strip*) OR ((cosecha OR colheita OR harvest* OR pick* OR strip*) AND (classif* OR clasif* OR sort* OR selec*))*

Lo anterior se introdujo en el software de búsqueda de patentes, Matheo Patent, en la celda *Título* y con lo obtenido, en cuanto a familia de patentes, se trabajó para las siguientes etapas del estudio. Posteriormente se descargaron en formato .txt y .csv de tal manera que pudiera ser manejado por Matheo Analyzer y Microsoft Excel, respectivamente.

Al ser introducida en Matheo Patent, se obtuvo un total de 669 patentes y 391 familias de patentes.

2.3.2 Definición de criterios de análisis de comportamiento tecnológico. El estudio de tendencias abordó la dinámica que han seguido las patentes alrededor del mundo. Para esto se partió de la información obtenida con la ayuda de Matheo Analyzer y lo analizado desde Microsoft Excel, en cuanto al comportamiento según el tiempo, países, investigadores, aplicantes y áreas temáticas. Por otro lado, con el fin de divisar un mejor horizonte al hablar del panorama general de la investigación aplicada, también se analizó el comportamiento de las patentes según diferentes cruces a partir de la información obtenida. Cabe anotar que, del total de resultados, se descartaron 4 patentes pues no estaban relacionadas en lo absoluto con la temática investigada. Ver apéndices L y M donde se muestran los datos e información necesaria para llegar a los resultados de las siguientes secciones.

2.3.2.1 Patentes por año. El análisis según el número de publicaciones por año permitió identificar el ciclo de vida de las tecnologías relacionadas con la búsqueda, el crecimiento que

estas han tenido y las tendencias que siguen en el mundo y cómo estas se interpretan según la realidad actual.

2.3.2.2 Patentes por país. En el análisis de patentes existen diferentes maneras de clasificar las publicaciones según los países relacionados, y dependen de la procedencia de los diferentes actores que intervienen en la generación de estas. Se analizaron las patentes por el país de registro y el país de origen de las entidades aplicantes, ya que su análisis permite vislumbrar cómo se han distribuido las patentes alrededor del mundo y el panorama de los países en donde se originan, en mayor medida, los avances tecnológicos en la caficultura.

2.3.2.3 Patentes por inventor. El número de patentes que tiene un inventor permite apreciar su influencia en el mundo tecnológico. Es por dicha razón que hacer un análisis de este factor resulta necesario si se quiere conocer acerca de aquellos protagonistas que lideran la mayoría de los avances tecnológicos relacionados con la producción de café a nivel global y con esto abrir las puertas, en un futuro, para un posiblemente acercamiento más a fondo sobre otros proyectos que desempeñen y tenerlos como referentes de conocimiento.

2.3.2.4 Patentes por aplicante. Otro aspecto a analizar fue el de patentes por aplicante, desde donde se pudo determinar las principales entidades que generan avances tecnológicos alrededor del mundo y cómo este fenómeno se ve reflejado en la realidad actual. Además, este conocimiento permitiría dar paso a un posible lazo de cooperación interinstitucional a futuro.

2.3.2.5 Patentes por área temática. Las patentes se clasificaron según su tema abordado de acuerdo con tres criterios: el IPC 4 de cada uno, el subproceso de la cadena productiva al que hacen referencia, y el área temática del Portal Siembra a la que atienden. El estudio general de todas brindó un panorama claro sobre los temas con mayores avances y una comparación

con necesidades reales identificadas podría evidenciar sectores en los que se necesita una mayor investigación y aquellos en los que no. Con estos hallazgos también se podría concluir acerca de la pertinencia de las investigaciones en los problemas reales del presente.

2.3.2.5.1 IPC 4. La clasificación por IPC 4 permitió conocer de manera general, las principales áreas tecnológicas en el desarrollo de patentes a la luz de la clasificación internacional de patentes.

2.3.2.5.2 Subproceso de cosecha y poscosecha. Se determinaron categorías enfocadas en el subproceso de la cadena productiva al que hacían referencia cada una de las patentes. Teniendo en cuenta los factores críticos de vigilancia (ver sección 3.2.1), estas clasificaciones se determinaron detalladamente, para las partes de la cadena priorizadas, cosecha y poscosecha. Se categorizó cada resultado acorde a su relación y pertinencia con los respectivos subprocesos de la cadena productiva del café, realizando lectura de los respectivos títulos, resúmenes y palabras claves de los resultados (ver sección 2.2.2.3.6 donde se muestran los criterios de clasificación por subproceso productivo). En el apéndice N, relacionado a la tabla de clasificación de patentes, se muestran los documentos categorizados acorde a su pertinencia con los respectivos eslabones. Dichos subprocesos se presentan a continuación:

- Recolección [Cosecha]
- Selección [Cosecha]
- Despulpado [Poscosecha]
- Remoción del mucílago (fermentación) [Poscosecha]
- Lavado [Poscosecha]
- Secado [Poscosecha]
- Otros [Siembra y Transformación]

La *Fermentación*, tal y como se muestra en el marco teórico, es el nombre que recibe el método húmedo para llevar a cabo la *Remoción del mucílago*. Al ser un subgrupo entonces, el primero del segundo, además de la escasez de resultados encontrados, se decidió no especificar la *Fermentación* como una categoría adicional.

Los eslabones de *Selección*, *Lavado* y *Secado*, aun perteneciendo a la *Recolección* y *Remoción del mucílago*, respectivamente, se incluyeron como subprocesos independientes para el análisis de patentes ya que se encontró en los resultados una considerable cantidad de publicaciones enfocadas a estos segmentos de la cadena en particular. Por otro lado, la *Selección* se presenta entre los subprocesos relacionados con la cosecha ya que en algunos países, como Colombia, el filtro de los granos maduros se realiza, por excelencia, desde la recolección, donde los campesinos examinan los frutos antes de arrancarlos y únicamente toman aquellos con características óptimas y que satisfagan los requisitos del mercado (FNC, 2010).

Finalmente, teniendo en cuenta las necesidades identificadas sobre los procesos de cosecha y poscosecha, se identificaron, desde los resultados de patentes, algunas tendencias tecnológicas que se siguen alrededor del mundo en cada subproceso productivo, y que pueden ser tenidas en cuenta para su posible implementación en la región.

2.3.2.5.3 Área temática del Portal Siembra. De la misma manera en que se hizo en el análisis de literatura, para esta fase, las patentes halladas fueron clasificadas también según las 14 áreas temáticas del Portal Siembra a las que hacían referencia (ver apéndice K, donde se describen detalladamente cada una de las Áreas Temáticas del Portal Siembra). Adicionalmente, se incluyó una nueva categoría, *Aprovechamiento de subproductos*, en orden de conocer, a un nivel más específico, qué patentes hablaban sobre reutilización de los materiales producto del procesamiento del café y de qué manera esto podría contribuir con la sostenibilidad financiera del productor. El análisis con respecto a estos tópicos permitió

identificar en cuáles campos de la agricultura, se han hecho mayores avances y cuáles se han descuidado a través del tiempo; además, también se se pudo apreciar las diferentes dimensiones desde las cuales se han abordado las necesidades actuales identificadas en la sección 3.2.1. Al igual que la clasificación anterior, esta también se realizó con base en lo encontrado desde la lectura de Títulos, Resúmenes y Palabras clave de cada uno de los resultados obtenidos (ver sección 2.2.2.3.7 donde se muestran los criterios de clasificación por área temática del Portal Siembra). En el apéndice N, relacionado a la tabla de clasificación de patentes, se muestran los documentos categorizados acorde a su pertinencia con las respectivas áreas temáticas definidas en el marco teórico.

2.3.2.6 Panorama de la investigación aplicada. Con el fin de obtener mayor precisión y aprovechamiento de la información obtenida a partir de los resultados desde la ecuación de búsqueda planteada, se procedió a analizar desde el punto de vista de cada subproceso de la cosecha y poscosecha, cuales son las principales tendencias tecnológicas cafeteras en la investigación aplicada global. Dichas tendencias se asociaron con las áreas temáticas del Portal Siembra y los IPC 4 (la descripción de cada uno fue consultada en el portal web de Espacenet) abordados. De igual manera, se analizó puntualmente, para cada subproceso, cuales son los investigadores, entidades y países referentes en patentamiento. Ver sección 3.3.4 correspondiente a resultados.

2.4 Fase 4: Elaboración de artículo publicable

A partir del ejercicio de vigilancia tecnológica planteado, se procedió a la redacción de un artículo publicable como elemento de difusión de la investigación. A continuación, se mencionan las actividades tenidas en cuenta en la presente fase:

- Identificación de la revista potencial de publicación de la investigación.
- Estructuración del artículo de acuerdo con las normas de la revista.

- Escritura del artículo (introducción, metodología, resultados,, conclusiones, recomendaciones.)
- Revisión y validación.

3 Resultados

3.1 Revisión de la literatura

La presente revisión, llevada a cabo en la plataforma Scopus, fue desarrollada a través de la ecuación de búsqueda mencionada en la sección 2.1.5 correspondiente al desarrollo metodológico. Dicha ecuación arrojó un total de 551 documentos que fueron analizados para la revisión.

A continuación, la sección 3.1.1 correspondiente al análisis bibliométrico de la literatura, comprende las estadísticas de comportamiento científico (publicaciones por año, autor, país, tipo de documento y área de conocimiento) sobre el tema de análisis de patentes.

Posteriormente, en la sección 3.1.2 alusiva al análisis de la literatura, se desarrolla a fondo desde una perspectiva de contenido, los principales aspectos considerados en la revisión sobre el desarrollo metodológico en el análisis de patentes.

3.1.1 Análisis Bibliométrico. A continuación, se muestra el análisis estadístico de la búsqueda realizada. Este estudio brindó la posibilidad de determinar criterios de inclusión y exclusión para así acotar la búsqueda y enfocarla hacia la información más relacionada con el tema de interés.

El ejercicio fue llevado a cabo a los 29 días del mes de Agosto de 2018 a partir de la ecuación final definida como “Patent Analysis”. Se generaron 1209 resultados sobre el tema de Análisis

de Patentes. En primer lugar, se buscó analizar el comportamiento que han tenido el número de publicaciones relacionadas con el tema durante los últimos años en orden de detectar tendencias en cuanto a su crecimiento, madurez del tema y predecir posibles escenarios a futuro.

En la figura 5, se puede apreciar una clara tendencia de crecimiento anual, evidenciando un aumento del interés, estudio y aplicación del análisis de patentes alrededor del mundo. Esto se debe a que, la información de patentes ha cobrado gran importancia como una herramienta clave para la innovación, la competitividad y la generación de valor dentro y fuera de las compañías (Diessler, 2010), extendiéndose con mucha fuerza y convirtiéndose en uno de los temas en donde más se invierten esfuerzos para su investigación en la actualidad. También se puede observar que desde el año 2013 el patrón de crecimiento ha disminuido, presentándose una caída importante en 2015 y 2016, pero que para 2017 se superó con creces el número de publicaciones previas

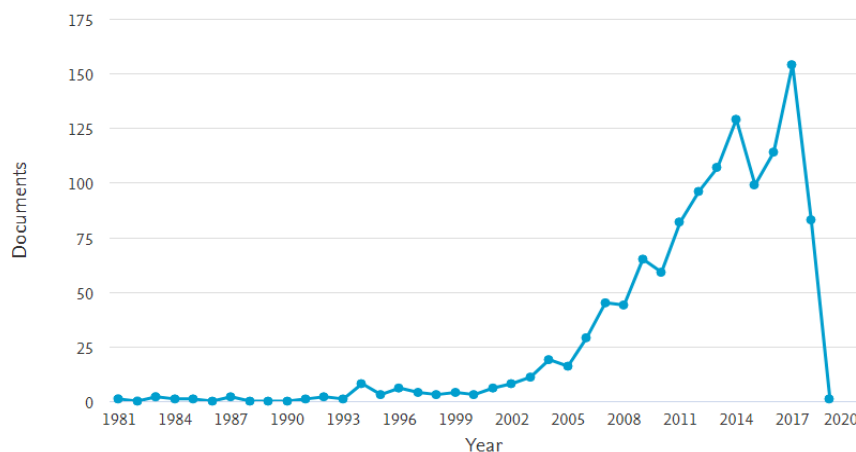


Figura 5. Cantidad de publicaciones sobre “análisis de patentes” por año. Adaptado de Scopus (2018).

Analizar los autores que escriben sobre análisis de patentes permite corroborar la validez de la búsqueda y la importancia que el tópico tiene a partir de los perfiles y el prestigio de los exponentes más influyentes en el tema. En la figura 6 se evidencia que el autor con mayor número de publicaciones es Amy Trappey, doctor en Filosofía, distinguido profesor de la

Universidad Nacional de Tsing Hua (NTHU) del departamento de ingeniería industrial y gestión de ingeniería, y con amplia experiencia en campos como gerencia estratégica, gestión de la innovación, logística, competitividad, entre otros. En segundo lugar, aparece Jun Ha, abogado de patentes con estudios en ingeniería eléctrica y biomédica en la Universidad de Duke y un magíster en ciencias en la Universidad de Virginia. También cuenta con estudios en leyes en la Universidad de Villanova y ejerce su labor en McDermott Will & Emery LLP, en donde asesora a inventores para identificar ideas patentables y obtener patentes sobre sus inventos. Debido a esta información de los perfiles, que los campos en los que se desempeñan y tienen experiencia, son afines con el estudio a realizar, y sumado el modelo que maneja Scopus de revisión por pares, se puede concluir que las publicaciones a analizar son válidas y están relacionadas, en términos generales con lo que se busca en la investigación.

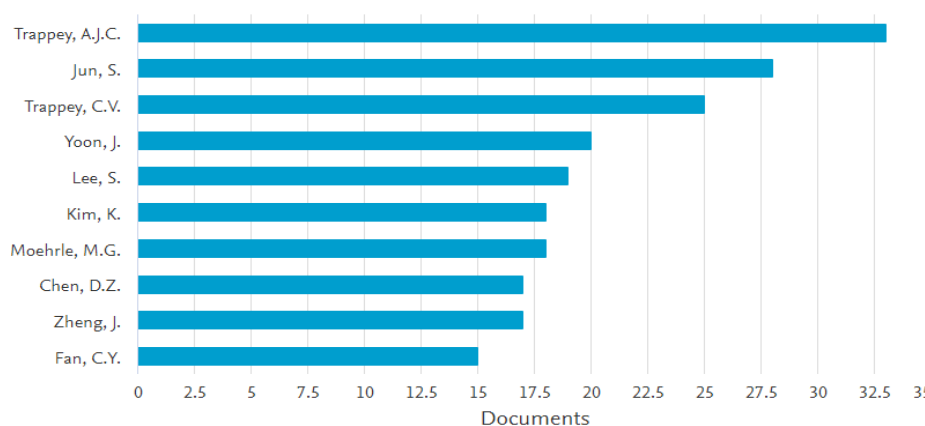


Figura 6. Cantidad de publicaciones por autor sobre “análisis de patentes”. Adaptado de Scopus (2018).

Respecto a los países que trabajan en investigación y análisis de patentes es fácil intuir que estos deben ser aquellos con las economías más poderosas del mundo. En la figura 7 podemos corroborar lo mencionado. Se manifiesta un dominio en el tema por parte de China, seguido por Taiwán y luego por Corea del Sur. En general, se puede ver que los países que ocupan los primeros lugares son aquellos que más invierten en investigación y desarrollo (OCDE, 2016).

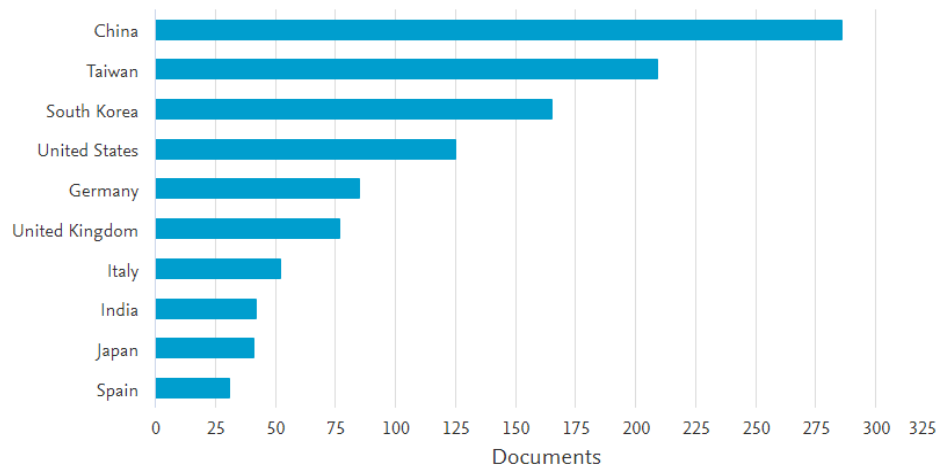


Figura 7. Cantidad de publicaciones por país sobre “análisis de patentes”. Adaptado de Scopus (2018).

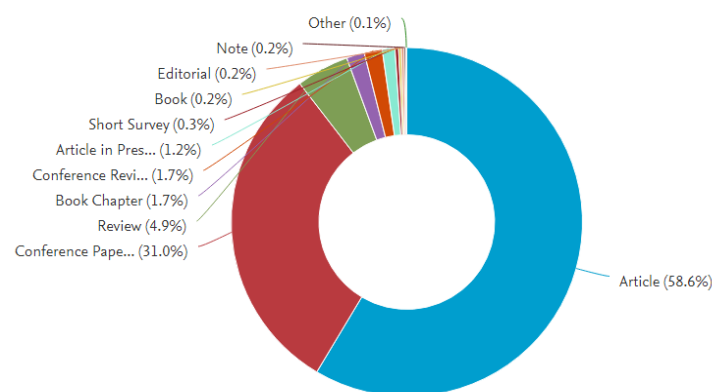


Figura 8. Porcentaje de publicaciones por tipo de documento sobre “análisis de patentes”. Adaptado de Scopus (2018).

En la figura 8 se puede observar que el mayor porcentaje de publicaciones corresponden a artículos científicos (58,6%). La publicación de este tipo de documentos es la forma en que cualquier trabajo de investigación científica puede formar parte del conocimiento global oficial sobre algún tema, es decir, los documentos donde se plasman resultados y metodologías sobre, en este caso, diferentes escenarios relacionados con el tema de análisis de patentes. Por otro lado, se muestra gran proporción de publicaciones que corresponden a Conference Papers (31,0%). Con esto se evidencia la gran difusión que está teniendo este tópico a nivel mundial y la acogida de este por organizaciones y otros grupos interesados.

Identificar el área del conocimiento que comúnmente se presenta en los resultados es una señal que indica en qué campo se está invirtiendo más esfuerzos en cuanto a la investigación en patentes. Si bien las proporciones mostradas en la figura 9 las lidera ciencias de la computación, seguido por ingeniería y negocios, es cierto que se pueden apreciar unos porcentajes similares para cada área. Esto demuestra que el tema de análisis de patentes es tratado en muchos campos que van, principalmente, desde medicina hasta energía, pasando por matemáticas, ciencias sociales, farmacología, entre otros; corroborando una vez más la importancia y utilidad que se le ha atribuido y el impacto que ha generado su estudio alrededor de los diferentes centros del conocimiento.

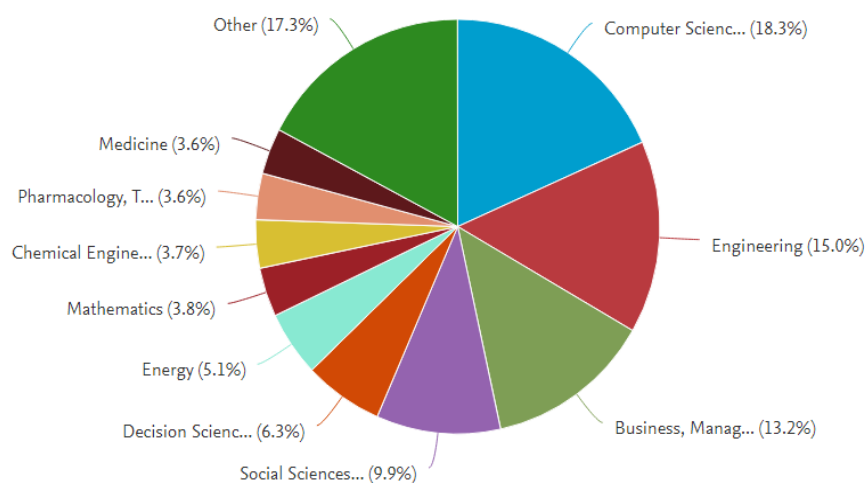


Figura 9. Porcentaje de publicaciones por área del conocimiento sobre “análisis de patentes”. Adaptado de Scopus (2018).

3.1.2 Análisis preliminar de la literatura. A partir de la extracción de conclusiones se pudo observar que se presentan 2 tipos de documentos relacionados al desarrollo metodológico del análisis de patentes:

- Documentos en relación con métodos de análisis de patentes.
- Documentos en relación con casos aplicados de análisis de patentes.

La cantidad de publicaciones para cada uno se muestran en la figura 10.

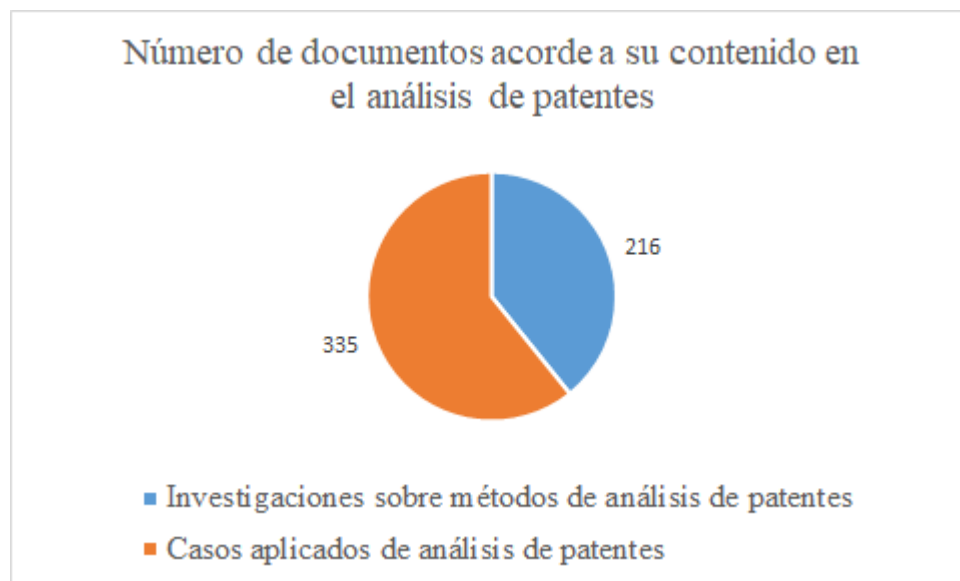


Figura 10. Número de documentos acorde a su tipo de contenido sobre “análisis de patentes”. Adaptado de Scopus (2018).

En el primer tipo de documentos, relacionado a investigaciones sobre métodos de análisis de patentes, se evidenció el enfoque a la determinación de los métodos científicos más utilizados en el desarrollo metodológico del análisis, así como su evolución histórica, el estudio de la eficiencia de estos y la proposición de nuevas metodologías en materia del análisis de patentes. Para la extracción de sus conclusiones se analizó, por nodo, su aporte al proceso del análisis de patentes.

Por otro lado, en los casos aplicados de análisis de patentes, se revisaron los capítulos de cada documento referentes a la metodología y se extrajeron como conclusiones los comportamientos más habituales en el análisis de un grupo de patentes.

A partir de los nodos de extracción de información, se presentaron las siguientes conclusiones:

3.1.2.1 Definición estrategia de búsqueda. Gran número de autores efectúan un análisis preliminar sobre las necesidades del sector a investigar, con el fin de validar desde un punto de vista industrial o empresarial la pertinencia del objetivo del análisis de patentes con la satisfacción de sus necesidades (Abbas, Zhang, & Khan, 2014).

A partir de la revisión de artículos se encontró que los objetivos más frecuentes en un análisis de patentes son el estudio de la evolución investigativa en materia tecnológica, el descubrimiento de nuevas oportunidades comerciales y la generación de transferencia de conocimiento (Grimaldi, 2015).

La mayoría de los estudios aplican, para su estrategia de búsqueda, una táctica basada en la iteración por palabras clave o por su Clasificación Internacional de Patentes IPC. Por lo tanto, se evidencia la división de la temática general en subdominios tecnológicos con el fin de determinar, término a término, el número de resultados arrojados de patentes y priorizarlos de acuerdo con este criterio, y así tener un panorama claro sobre los términos que aportan en mayor medida al objetivo de la investigación (Gui-Feng, Hua-Ping, & Xin-Ping, 2014).

Existen 2 métodos de gran relevancia en el análisis de patentes: la minería de texto y la visualización de patentes. El primer método se divide en los siguientes acercamientos: el procesamiento de lenguaje natural (NLP), el análisis de funciones de propiedad intelectual, el análisis semántico de datos y los algoritmos de redes neuronales de información. Por otro lado, el segundo comprende submétodos como el análisis de clusters y las redes de patentes (Abbas, Zhang, & Khan, 2014).

3.1.2.2 Descarga e importación de patentes. La mayoría de los estudios actuales fundamentan su búsqueda en bases de datos públicas como la de la Oficina Europea de Patentes (EPO), la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (que proporciona acceso a las solicitudes internacionales del Tratado de Cooperación en materia de Patentes).

Para el análisis de datos de patentes se presentó el procesamiento de datos estructurados como factor más usual (búsqueda por códigos IPC, fecha de aplicación, información del inventor o el solicitante de la patente) y en menor medida el procesamiento de datos no estructurados (título, resumen, descripción, etc). Por otro lado, acorde a la forma de interpretación de las patentes, se halló el método numérico como el más dominante (por softwares de análisis de patentes) dejando atrás a la interpretación humana de tendencias.

3.1.2.3 Pretratamiento de datos y análisis. Se observó que las formas más tradicionales y efectivas de presentar gráficamente las tendencias sobre distribuciones de patentes son (Gui-Feng, Hua-Ping, & Xin-Ping, 2014):

- Diagramas tiempo vs número de patentes por código familia de patentes IPC (caracterizando independientemente el estatus legal de las patentes (patente en evaluación, rechazada, concedida y válida, concedida y caducada, o concedida y revocada)).
- Diagramas tiempo vs número de patentes por país de publicación.
- Diagramas tiempo vs número de patentes por actor (industria, universidad, etc).

Se pudo observar que cada vez un mayor número de estudios de análisis de patentes involucran en su metodología el análisis de redes sociales (SNA) con el fin de encontrar y evaluar redes de desarrollo tecnológico, además de analizar la transferencia de información entre patentes. Un software comúnmente utilizado para llevar a cabo lo anterior es Gephi, una herramienta para construir, visualizar y analizar redes de patentes basado en técnicas para el análisis de redes sociales (SNA). El uso principal que se le da a este software es la identificación de cooperaciones entre países y así determinar cuáles son los más influyentes tecnológicamente en el campo de investigación a nivel global (Fabianne De Paulo, Evandro, Ribeiro, Geciane, & Porto, 2017).

3.1.2.4 Extracción de conclusiones. Para la determinación de conclusiones sobre tendencias tecnológicas, dentro las gráficas presentadas de código IPC, país o actor versus tiempo, se identifica la evolución en el ciclo de vida de la tecnología (etapa de crecimiento en el número de invenciones, estado del panorama científico, entre otras), por tal motivo, el hallazgo de puntos de inflexión de crecimiento o decrecimiento en el número de publicaciones de patentes es crucial para la determinación del estado actual de la tecnología en el campo en cuestión.

Un punto crucial en la determinación de conclusiones sobre el estado tecnológico o en la identificación de tendencias del campo a investigar, es el análisis del número de patentes por estatus legal, ya que brinda un panorama evolutivo sobre el estado en las publicaciones, es decir, si el número de patentes corresponde a invenciones recientes o a periodos anteriores (Mehta, Ayoub, Kumar & Chaturvedi, 2014).

3.2 Análisis de la literatura científica en el sector estratégico del café

Acorde a la ecuación de búsqueda empleada en Scopus, se obtuvieron un total de 1.207 publicaciones científicas. A continuación se presenta su respectivo análisis en términos de los factores críticos de vigilancia propuestos.

3.2.1 Identificación de Factores Críticos de Vigilancia. Como resultados del proceso de identificación de los factores críticos de vigilancia explicado en la sección 2.2.1 correspondiente a la metodología, se presenta a continuación el enfoque seleccionado para el desarrollo del ejercicio de la vigilancia tecnológica al café, basándose en los resultados hallados en el PDD de Santander, informes del sector, en la reunión con el experto de la FNC y en la búsqueda preliminar de los actores del panorama científico del café en Colombia.

3.2.1.1 Estado actual de la cadena cafetera en Santander a partir de datos del Plan de Desarrollo Departamental. A partir del PDD se encontraron las siguientes problemáticas y fortalezas del sector café en Santander. En la siguiente tabla 9 se ilustran.

Tabla 9.

Problemáticas y fortalezas del sector café.

Renglón productivo	Hectáreas sembradas	Producción ton/año	Problema	Fortalezas
Café	50275	30227	Requieren insumos para la fertilización y aumentar la rentabilidad y falta de mano de obra en recolección	Incremento en área sembrada, aumento en el rendimiento por hectárea y declarada libre de roya

Nota: Adaptado de Gobernación de Santander (2015). Plan de Desarrollo Departamental.

3.2.1.2 Lectura de noticias de interés general en literatura gris sobre el estado actual del sector café en Colombia. Acorde a los boletines encontrados en la literatura gris, se mencionan las siguientes dificultades en el sector cafetero Colombiano:

- No hay relevo generacional, y por tanto la mano de obra del sector se encuentra envejecida (edad promedio del caficultor 55 años). (Semana, 2016)
- Falta de innovación en procesos de cosecha, poscosecha y transformación, procesos marcados por la tradición campesina. (FNC, 2017)
- Restringida producción de sacos de café en comparación con competidores mundiales (Brasil). (Semana, 2016)
- Los cultivadores no entran a mercados con mayor valor ni llegan a eslabones más avanzados de la cadena. (Semana, 2016)

- Baja escolaridad, educación informal sobre la agricultura. (FNC, 2017)
- Pocos recolectores de café, dejando grano sin cosechar. (Semana, 2017)
- Los hijos de caficultores se alejan de un negocio volátil e incierto. (Portafolio, 2015)
- En Colombia muchas tecnologías no son aplicables debido a las condiciones del terreno. (FNC, 2017)
- No se está fertilizando de una manera (o proceso) adecuada.(FNC, 2017)
- Lluvias generan atraso o adelanto en las cosechas al no existir sistemas eficientes de predicción de comportamientos atmosféricos. (FNC, 2017)

3.2.1.3 Reunión con Líder técnico del Comité Departamental de la FNC. Henry Parra, líder de la división técnica del comité santandereano de la Federación Nacional de Cafeteros - FNC, presenta los *procesos de cosecha y poscosecha del café cerezo* (café maduro) como eslabones fundamentales dentro del conjunto de operaciones comprendidas en el proceso productivo del café. Sin embargo, los posiciona actualmente como factores críticos en materia de productividad cafetera, dados sus elevados costos de producción y su restringida eficiencia agrícola. En el caso de la cosecha (recolección), eslabón marcado por la tradición campesina, se registra a lo largo del país elevados costos de mano de obra y diversos cuellos de botella en los tiempos de procesamiento del beneficio del café (FNC, 2018). Dichos elementos hacen necesario el planteamiento de nuevos métodos de producción más eficientes que logren el incremento de la eficiencia agrícola del sector café en el Magdalena Medio de Santander. Ver apéndice C correspondiente Acta de reunión con líder departamental FNC.

3.2.1.4 Búsqueda preliminar del panorama de investigación cafetero en Santander y Colombia.

3.2.1.4.1 Grupos de investigación a nivel nacional de la cadena productiva del café. En referencia a los grupos de investigación reportados en la Portal Siembra (PECTIA, 2016), de un total de 855 grupos de investigación, 119 de ellos reportan experiencia en la cadena productiva del café (7.2%), presentando mayor concentración en la región Andina (de la cual forma parte el departamento de Santander) con un 75,6 %, seguido de la Región Pacífica con un 16,8 % y en menor proporción la Región Caribe y la Amazonía con el 4,2% y 2,5% respectivamente (Ver figura 11 correspondiente a la distribución regional de grupos de investigación en la cadena productiva del café).

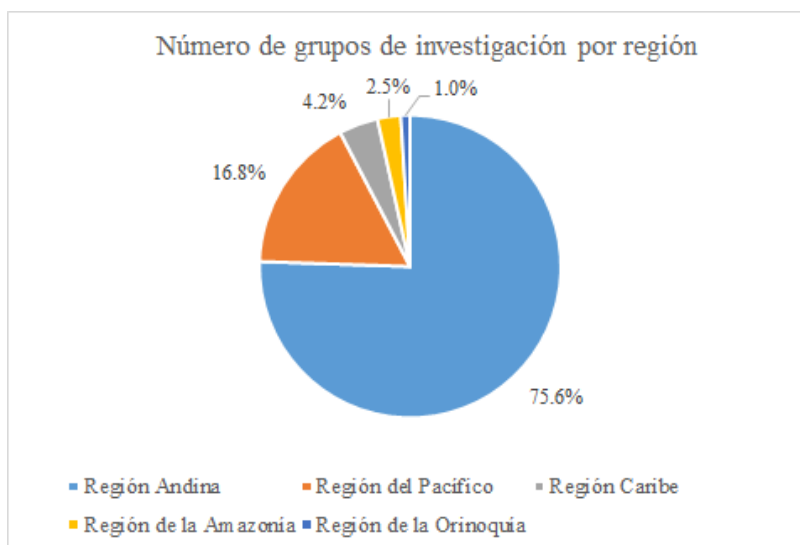


Figura 11. Número de grupos de investigación cafetera por región. Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

De los 119 grupos de investigación cafeteros en Colombia, acorde al Portal Siembra 20 presentan categoría A1 de Colciencias, 20 de ellos categoría B, 40 de ellos son categoría C, 6 cuentan con categoría D, 7 son No reconocidos y 16 no están acreditados (Ver figura 12).

Entre las entidades que más albergan grupos de investigación cafeteros se encuentran la Universidad Nacional de Colombia (Medellín) con 12 grupos, Universidad Nacional de

Colombia (Bogotá) con 8 unidades y el Centro de Investigaciones del café – CENICAFÉ con 7 grupos científicos (Ver figura 13).

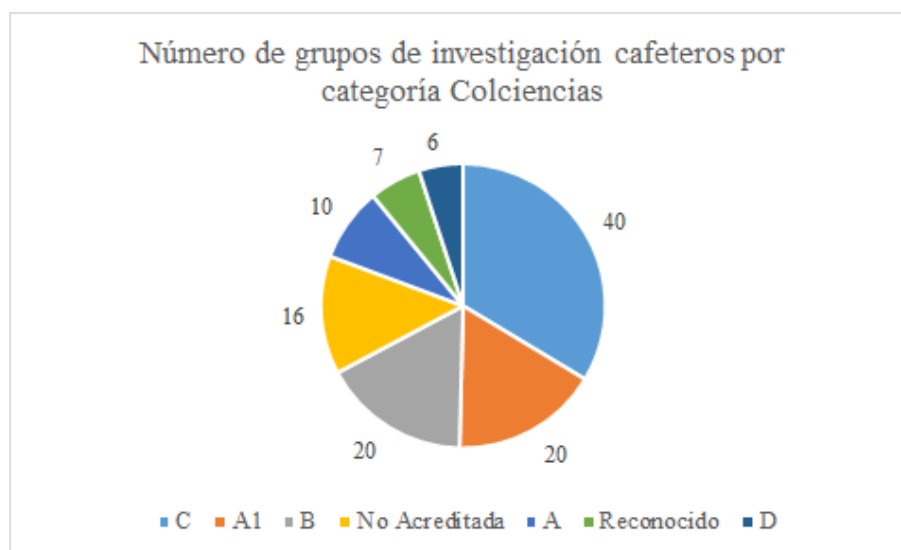


Figura 12. Número de grupos de investigación cafetera por categoría Colciencias. Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

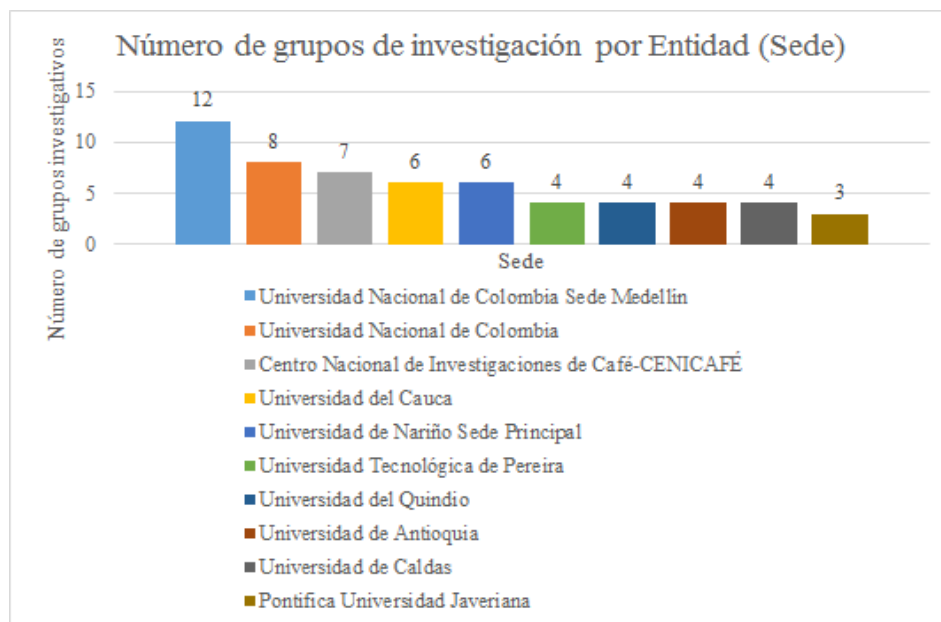


Figura 13. Número de grupos de investigación cafetera por entidad. Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

3.2.1.4.2 Indicadores de focalización nacionales en la cadena productiva del café. A

nivel nacional, en materia de investigaciones cafeteras, se presentan en el Portal Siembra ciertos indicadores de focalización para la cadena, los cuales se refieren a la cantidad de proyectos en curso y demandas de I + D consolidadas en la base de datos del Ministerio de Agricultura con el fin de indicar los esfuerzos actuales del ámbito científico a favor del agro Colombiano (PECTIA, 2016). En la tabla 10 se presentan los indicadores de focalización para la cadena cafetera en Colombia.

Se evidencia un elevado número de demandas en términos del manejo cosecha, poscosecha y transformación, del manejo del sistema productivo y en la calidad e inocuidad de insumos y productos del café.

Tabla 10.

Indicadores de focalización en Colombia en el sector café.

Principales áreas temáticas	Proyectos	Demandas
Alimentación y nutrición - humana y animal	686	127
Calidad e inocuidad de insumos y productos	146	453
Fisiología vegetal y nutrición	99	198
Fisiología y reproducción animal	175	52
Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	40	128
Manejo ambiental y sostenibilidad	73	379
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	238	811
Manejo de suelos y aguas	133	359
Manejo del sistema productivo	396	604
Manejo sanitario y fitosanitario	531	485

Nota: Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

3.2.1.4.3 Grupos de investigación Agrícola en Santander de la cadena productiva del café.

Acorde a información del Portal Siembra (PECTIA, 2016), de los 55 grupos de investigación agrícola existentes en Santander, 12 de ellos están directamente relacionados a la cadena productiva del café. Dicha cifra, posiciona a este producto como el cultivo agrícola más estudiado del departamento. En la figura 14, se ilustra el comportamiento científico por cadena productiva en el departamento.

En la figura 15 se ilustran las entidades afiliadas a los 12 grupos de investigación mencionados. Se puede observar que la Universidad Industrial de Santander y la Universidad de Pamplona son las entidades con mayor participación con 3 equipos científicos cada una.

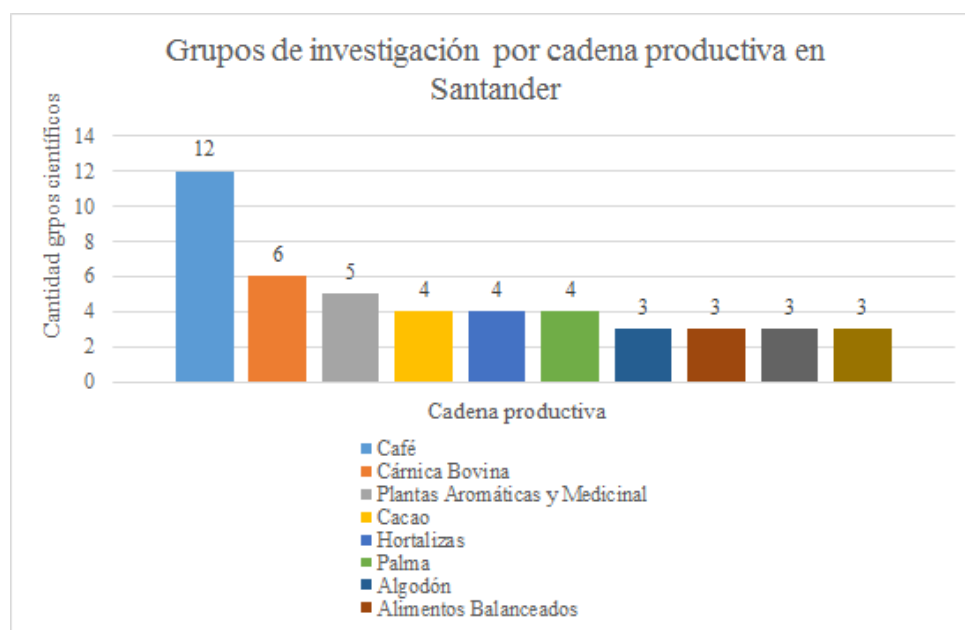


Figura 14. Número de grupos de investigación por cadena productiva en Santander. Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

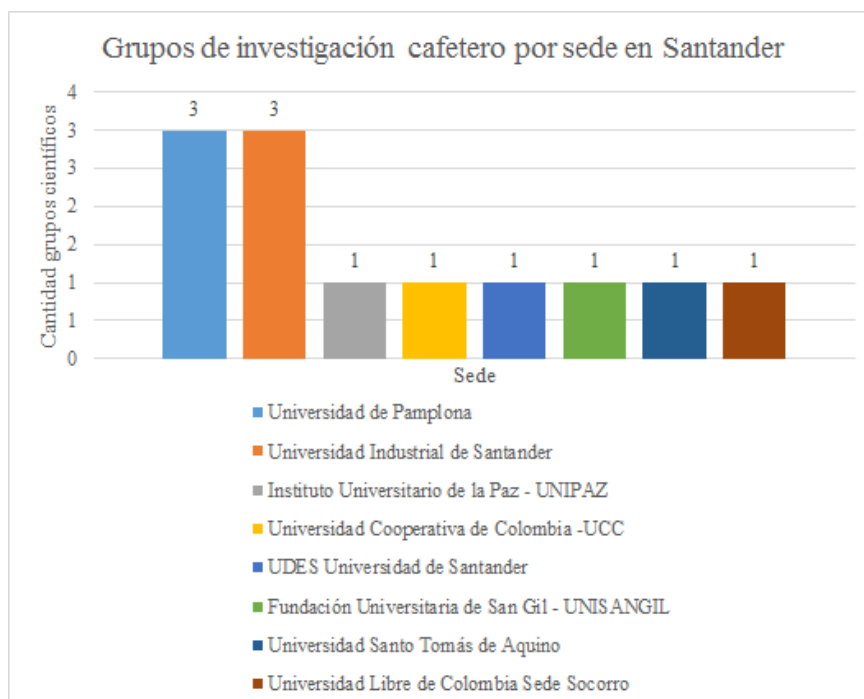


Figura 15. Número de grupos de investigación por sede en Santander. Adaptado del Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.

3.2.1.5 Definición criterios de selección de los factores críticos de vigilancia. Posterior al análisis de necesidades finales, se decidió enfocar el presente ejercicio de vigilancia tecnológica a la demanda con prioridad 1, denominada “*Optimización de la eficiencia de los procesos y factores asociados con la cosecha y poscosecha del café (cosecha, secado, mecanización, beneficio, transformación, almacenamiento)*”, al considerarse como el factor más crítico en términos de ineficiencia agrícola según el experto del sector y la información obtenida en las fuentes consultadas. Dicho enfoque deberá continuar con los procesos de investigación orientados a aumentar la eficiencia de los factores asociados con la cosecha, métodos de recolección del café, secado, y beneficio del café. Adicionalmente, incluye la evaluación del aprovechamiento de los subproductos de beneficio, validación de métodos de recolección manual asistida (mano de obra) y semi-mecanizada de café en el departamento de

Santander y validación de los beneficiaderos ecológicos de café. Dicho enfoque marcará el eje temático del ejercicio de vigilancia tecnológica desarrollado en el presente proyecto.

A partir de los 1.207 resultados arrojados por la ecuación en Scopus (Ver sección 2.2.2.1 correspondiente a la metodología de la investigación) se desarrolla a continuación el análisis de resultados de literatura sobre café en el mundo.

3.2.2 Dinámica global de publicaciones científicas. En la figura 16, se evidencia el comportamiento del número de publicaciones científicas desde el año 1.931 hasta el 2.018 en materia de la cosecha y la poscosecha del café. Se observa que alrededor del 70% de las publicaciones se han realizado desde el año 2.008 debido al incremento de intereses en países cafeteros por la innovación en sus métodos de producción agrícola. Por lo tanto, se refleja que el panorama científico en la actualidad y desde los últimos 10 años, ha presentado un comportamiento ascendente con un fuerte carácter investigativo en el desarrollo de la cosecha y poscosecha del café.



Figura 16. Número de publicaciones científicas por año. Adaptado de Scopus (2018).

3.2.3 Dinámica de publicaciones científicas por temática.

3.2.3.1 Área temática de Scopus. En la figura 17, se presentan las áreas temáticas de la base de datos Scopus con el mayor número de documentos asociados.

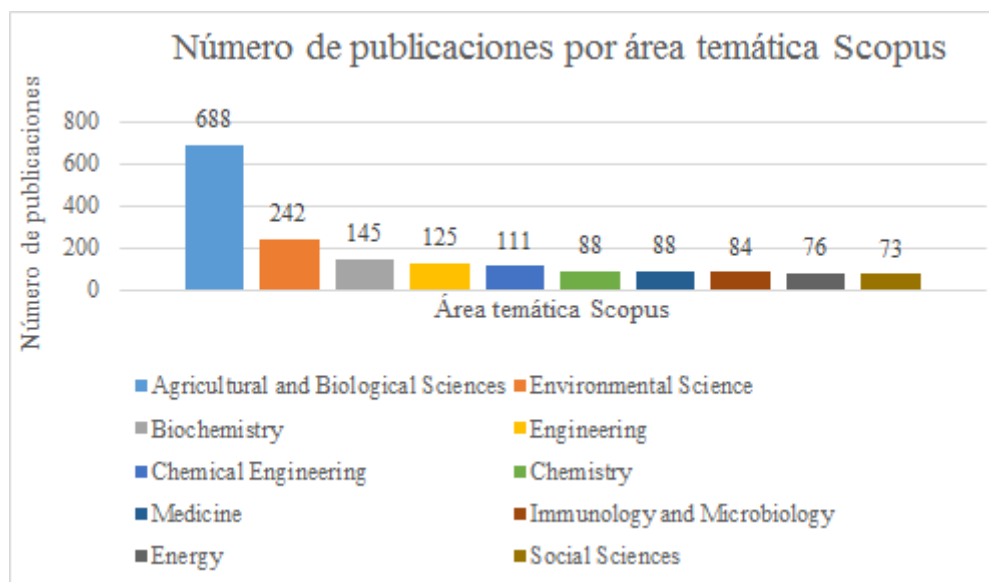


Figura 17. Número de publicaciones científicas por área temática Scopus. Adaptado de Scopus (2018).

Se presenta la categoría “*Agricultural and Biological Sciences*” o “Ciencias agrícolas y biológicas”, relacionada con documentos de desarrollo agrícola y de biología, como el área temática con el mayor número de publicaciones dentro de la plataforma. Allí se evidencian en su mayoría documentos asociados al manejo de la cosecha y poscosecha del café, al aprovechamiento de subproductos del beneficio del café y a la mecanización agrícola. Ver tabla 14 correspondiente a las temáticas científicas más relevantes en la clasificación

En segunda medida, el área temática “*Enviromental Science*” o “Ciencia del medio ambiente”, cuyos documentos describen en mayor proporción el aprovechamiento de subproductos del beneficio del café y el manejo óptimo de recursos naturales en su proceso productivo, apareció como fuerte eje temático en la investigación. Lo anterior refleja los

crecientes intereses de los países y específicamente de las entidades agrícolas, por fomentar la generación de tecnologías que promuevan una producción agrícola cafetera más limpia y sostenible en el mundo. Ver tabla 14 correspondiente a las temáticas científicas más relevantes en la clasificación.

El área temática “*Biochemistry*” o “Bioquímica” arrojó 145 resultados, convirtiéndose en eje temático relevante en el panorama científico de la cosecha y la poscosecha del café. Sus documentos se relacionaron principalmente en el aprovechamiento de subproductos y en el manejo fitosanitario de los productos, lo cual demuestra tendencias científicas en el desarrollo de tecnologías orientadas a la transformación del café y sus derivados, y en el mejoramiento genético de los cultivos de café. Ver tabla 14 correspondiente a las temáticas científicas más relevantes en la clasificación.

3.2.3.2 Área temática del Portal Siembra. En la figura 18 se muestra la clasificación de los documentos según las áreas temáticas del Portal Siembra, hecha a partir de la lectura de sus respectivos títulos, resúmenes y palabras claves. La clasificación no es mutuamente excluyente, por lo que una publicación puede manejar más de una categoría.

Las áreas temáticas más estudiadas son las relacionadas al *manejo ambiental y sostenibilidad* con 693 publicaciones, al *manejo de la cosecha, poscosecha y transformación* con 674 documentos y al *manejo del sistema productivo* con 344 resultados.

En mayor medida, dentro de las tres clasificaciones con mayor número de documentos asociados, se evidenciaron investigaciones relacionadas a la creación y perfeccionamiento de métodos de mecanización agrícola dentro de los diferentes subprocesos de la cosecha y la poscosecha del café (Ver tabla 14 correspondiente a las temáticas científicas más relevantes en la clasificación), evidenciándose un fuerte interés ambiental por parte de las entidades investigativas por reducir los impactos negativos del agro en los recursos naturales. Por otro lado, se aprecia una inclinación científica en el aprovechamiento de subproductos con el fin de

la generación de sostenibilidad a lo largo del proceso productivo del café. Igualmente, se encontró que en la transformación del grano de café se está indagando sobre maneras más eficientes y rentables de obtener un producto final más atractivo al consumidor, por lo cual se evidencian documentos con fuerte carácter técnico respecto al fortalecimiento de las habilidades de los recolectores, operarios y administrativos dentro de las granjas de café.

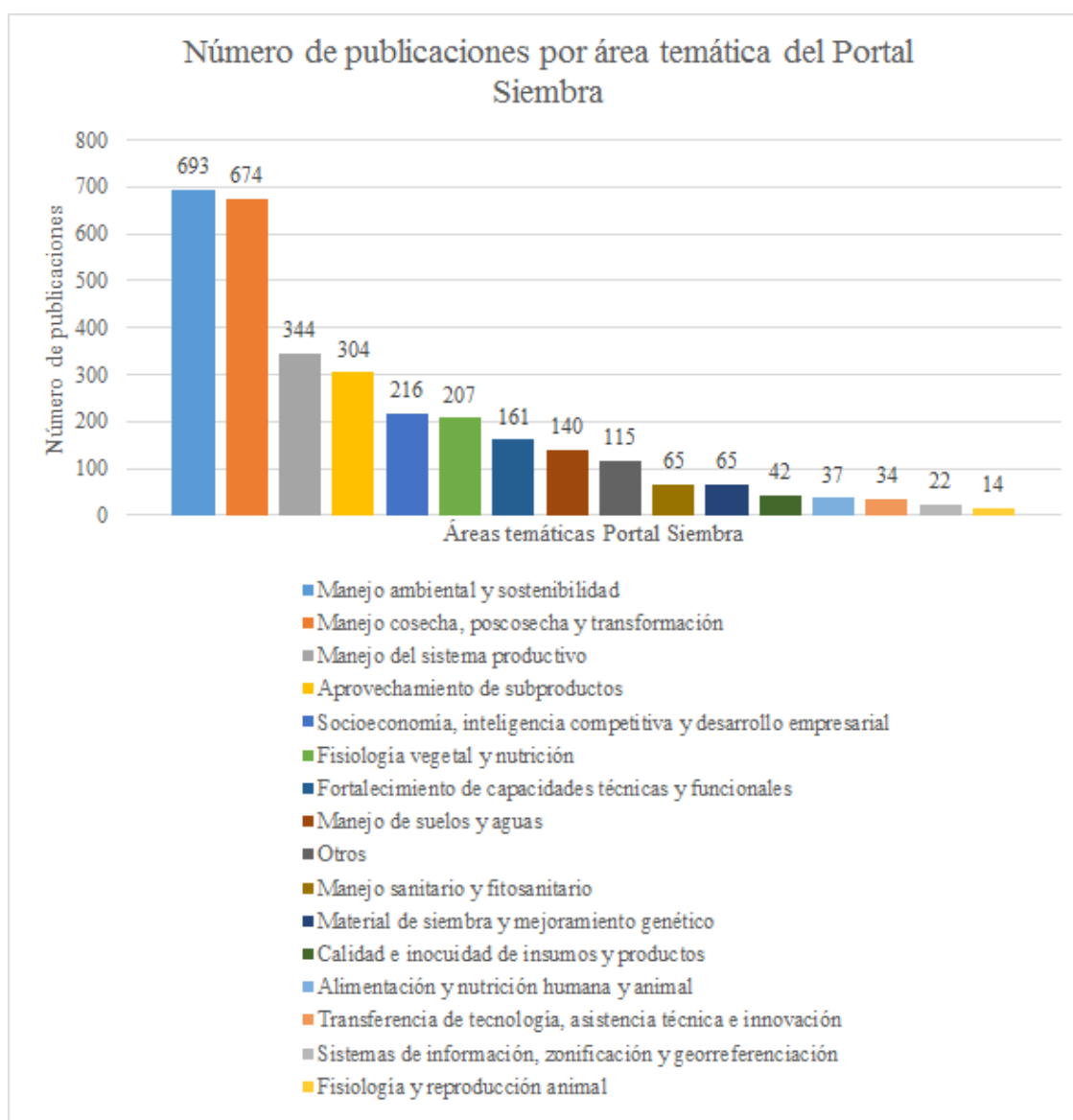


Figura 18. Número de publicaciones científicas por área temática Portal Siembra. Adaptado de Scopus (2018).

3.2.3.3 Subproceso de cosecha o poscosecha. En la figura 19, se presenta el número de publicaciones acorde al subproceso de la cadena productiva a los cuales van enfocadas. La clasificación no es mutuamente excluyente, por lo que una publicación puede manejar más de una categoría.

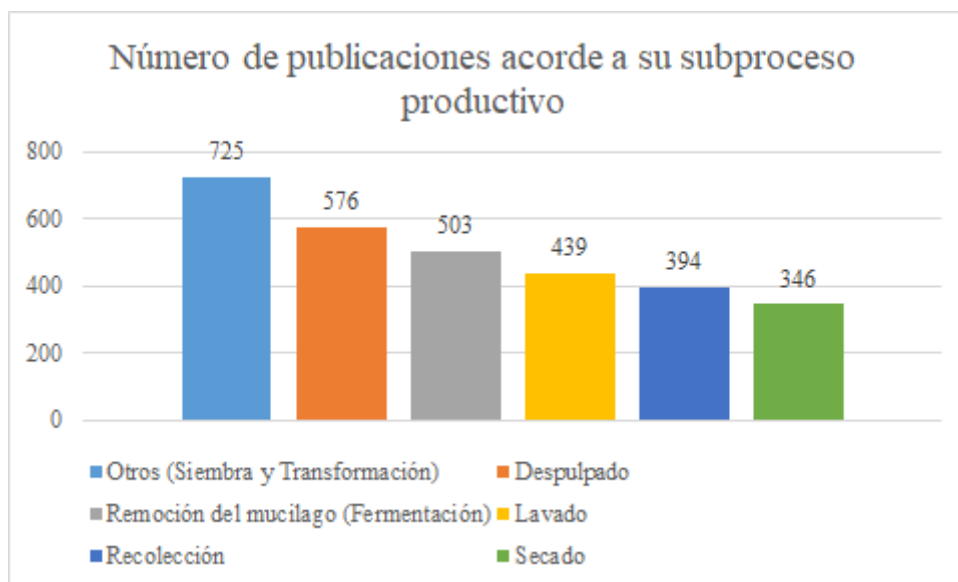


Figura 19. Número de publicaciones científicas acorde a su subproceso productivo. Adaptado de Scopus (2018).

Los subprocesos de la cadena productiva más estudiados son la siembra y la transformación (Otros) con 725 publicaciones, el despulpado con 576 resultados y la remoción del mucílago (fermentación) con 503 documentos.

Dichos eslabones son los que más presentan residuos: la pulpa o cáscara del café en el proceso de despulpado y el mucílago producto de su remoción o fermentación. Por tal motivo, estos eslabones, son fuertemente estudiados con el fin de generar alternativas de utilización agrícola para fomentar la sostenibilidad ambiental a lo largo de su cadena productiva. Igualmente, se posicionan como subprocesos con un fuerte carácter de mecanización y tecnificación agrícola, por lo cual se plantean y se perfeccionan nuevos métodos de procesamiento agroindustrial.

Por otro lado, procesos como la recolección del café, con alrededor del 35% de los documentos analizados, presentan tendencias científicas en el desarrollo de la eficiencia en los métodos de cosecha del café, los cuales actualmente son factor crítico en materia de productividad cafetera.

3.2.4 Actores sobresalientes.

3.2.4.1 Países líderes. Los países líderes en investigación científica son Brasil con 398 publicaciones, Estados Unidos con 123 resultados, México con 79 documentos, la India con 73 publicaciones y Colombia con 66 documentos. En la figura 20, se ilustra el comportamiento de publicaciones científicas de los países líderes en investigación.

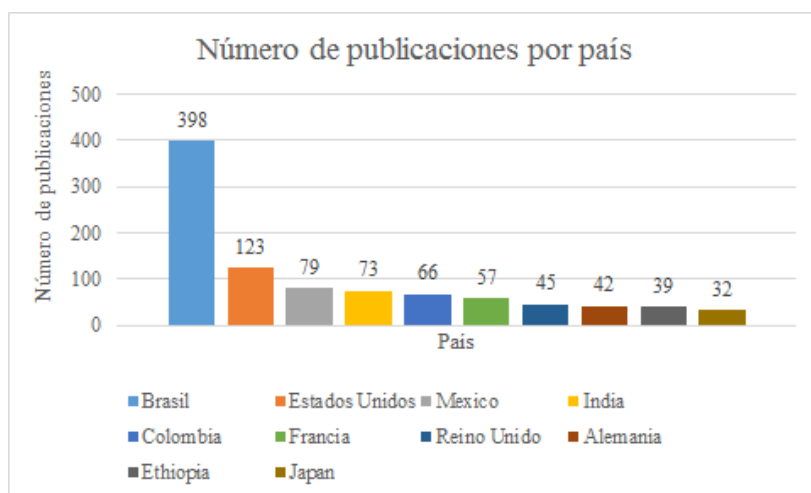


Figura 20. Número de publicaciones científicas por país. Adaptado de Scopus (2018).

En la tabla 11 se presentan para los 5 países más importantes en investigación básica cafetera sus principales investigadores y entidades científicas referentes.

Tabla 11.

Entidades e investigadores referentes en investigación básica por país.

País	Investigadores referentes	Entidades referentes	Principales focos de las investigaciones cafeteras	Investigaciones más destacadas en café
Brasil			Invencción y desarrollo de dispositivos de recolección de café mecanizada	Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses (Pandey et al., 2000)
	Guimaraes, R.J.	Universidad Federal de Lavras.	Aprovechamiento de residuos del despulpado y remoción del mucílago en biocombustibles y fertilizantes	The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods (Taniwaki, Pitt, Teixeira, & Iamanaka, 2003)
	Borém, F.M.	Universidad Federal de Vicosa		
	Schwan, R.F	Empresa de Pesquisa Agropecuaria e Minas Gerais		
Estados Unidos			Incremento en la cantidad de café producido en la variedad robusta	
	Cox-Ganser, J.M.	USDA Agricultural Research Service at Washington	Optimización y modernización de los cultivos (incremento de grano cosechado y aprovechamiento de espacios de cultivo)	Economic value of tropical forest to coffee production (Ricketts, Daily, Ehrlich, & Michener, 2004)
	Kreiss, K.	United States Department of Agriculture,		Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal Zone of the state of Chiapas, Mexico (Soto-Pinto, Perfecto, Castillo-Hernandez, & Caballero-Nieto, 2000)
	Lu, M.	USDA Agricultural Research Center at Beltsville	Modelos de sostenibilidad agrícola a partir del aprovechamiento de residuos del café	

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 11 (continuación).

País	Investigadores referentes	Entidades referentes	Principales focos de las investigaciones cafeteras	Investigaciones más destacadas en café
México	Saucedo-Castañeda, G.	El Colegio de la Frontera Sur	Desarrollo de mecanismos de despulpado y remoción del mucílago con bajo impacto en recursos ambientales	Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal Zone of the state of Chiapas, Mexico (Soto-Pinto et al., 2000)
	Roussos, S.	Instituto de Ecología, A.C.		Comparative culturing of <i>Pleurotus</i> spp. on coffee pulp and wheat straw: Biomass production and substrate biodegradation (Salmones, Mata, & Waliszewski, 2005)
	Favela-Torres, E.	Universidad Nacional Autónoma de México	Variabilidad climática en los cultivos y producción de café	
India	Murthy, P.S.	Central Food Technological Research India	Desarrollo de mecanismos de despulpado y remoción del mucílago con bajo impacto en recursos ambientales	Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses (Pandey et al., 2000)
	Velmourougane, K.	Council of Scientific and Industrial Research India		Biotechnological management of coffee pulp - isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk (Roussos et al., 1995)
	Bhat, R.	Tamiladu Agricultural University		

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 11 (continuación).

País	Investigadores referentes	Entidades referentes	Principales focos de las investigaciones cafeteras	Investigaciones más destacadas en café
Colombia	Laderach, P. Cardona, C.A. Molina, R.	Universidad Nacional de Colombia CENICAFE Universidad de Caldas	Desarrollo de mecanismos de despulpado y remoción del mucílago con bajo impacto en recursos ambientales	Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm <i>Eisenia fetida</i> : Effects on C and N contents and the availability of nutrients (Orozco, Cegarra, Trujillo, & Roig, 1996)
			Desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales del lavado del café	Fermentative utilization of coffee mucilage using <i>Bacillus coagulans</i> and investigation of down-stream processing of fermentation broth for optically pure l(+)-lactic acid production (Neu et al., 2016)
			Buenas prácticas productivas en el proceso de fermentación del café a partir de sus efectos en la calidad (sabor y aroma del café)	
			Prevención de alteraciones en la plagas y enfermedades en las plantas	

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

El posicionamiento de países como Brasil y Colombia dentro de los líderes en publicaciones científicas corresponde al elevado y creciente nivel de sus niveles de producción de sacos de café en el mundo (Brasil posicionándose como líder mundial en producción de sacos de café y Colombia como tercer productor del mundo de toneladas de grano) y por sus intereses públicos y privados en la modernización y desarrollo del sector agropecuario a lo largo de sus territorios. Por otro lado, países como Estados Unidos, México, India y Francia optan por investigar.

3.2.4.2 Investigadores líderes. Acorde a los resultados de la vigilancia tecnológica, se encontró que los investigadores más frecuentes en la cosecha y poscosecha del café están localizados en Brasil. Los investigadores más destacados son Guimarães R.J. con 17 publicaciones, Borém F.M. con 16 resultados, Schwan R.F. con 14 documentos, Da Silva F.M. con 14 y Soccol C.R. con 11 documentos. En la figura 21 se ilustran los autores más relevantes en la actualidad:

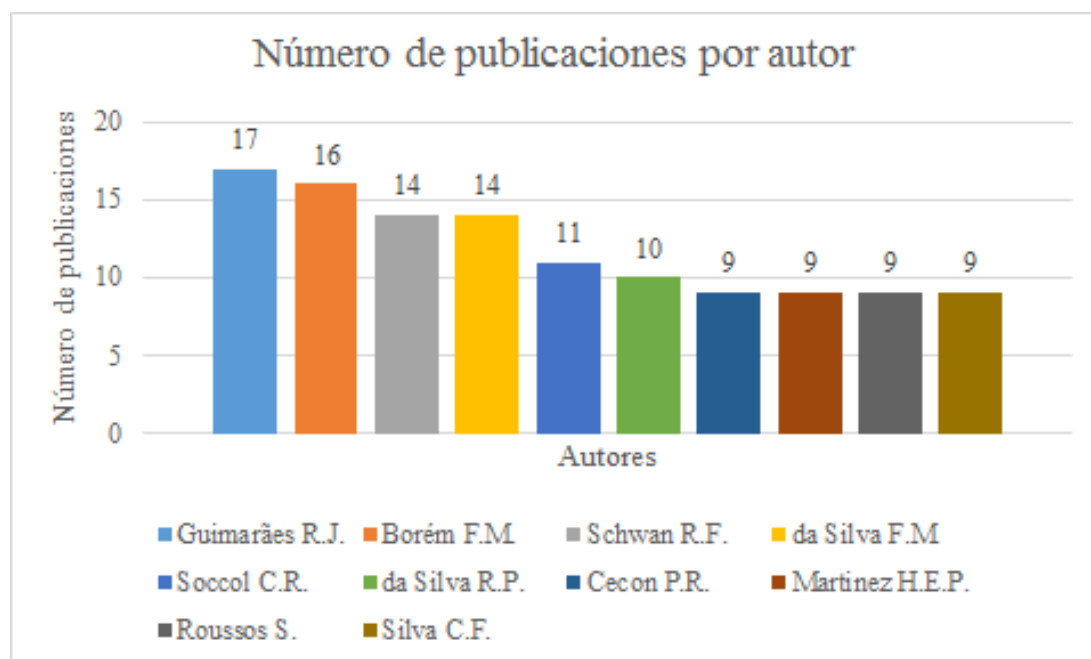


Figura 21. Número de publicaciones científicas por autor. Adaptado de Scopus (2018).

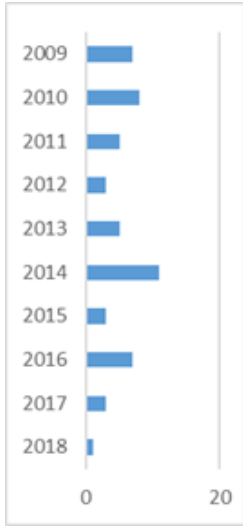
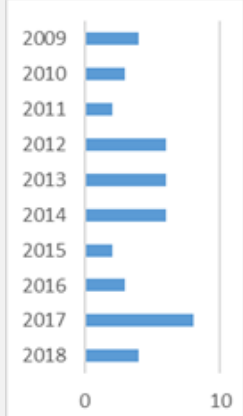
En la tabla 12 se presentan las dinámicas de publicaciones, las filiaciones y palabras claves más demandadas de los 3 investigadores más relevantes en la cosecha y la poscosecha del café.

3.2.4.3 Entidades líderes. A partir del análisis de literatura científica, se evidencia que las entidades que más priorizan sus actividades de extensión e investigación son la Universidad Federal de Lavras con 147 publicaciones relacionadas a la cosecha y poscosecha del café, la Universidad Federal de Vicosa con 88 documentos, Empresa de Investigación Agropecuaria

de Minas Gerais con 42 resultados y la Universidad Estatal Paulista con 40 publicaciones. En la figura 22 se ilustran las entidades más relevantes en la actualidad.

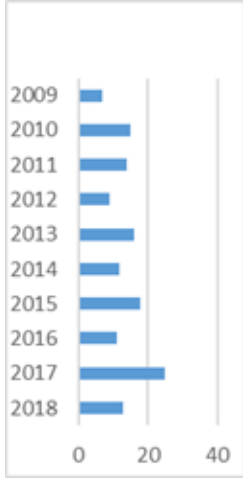
Tabla 12.

Investigadores líderes en investigación básica cafetera.

Autor	Palabras clave	Filiación institucional	Dinámica de publicaciones	Publicaciones más destacadas
Guimarães R.J.	Coffea Arabica, Coffea Arabica L. Coffee, Irrigation, Coffea Arabica L, Coffea Canephora, Bovinae, Hydrogel, Mineral Nutrition,	Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Lavras, Brasil		Growth, productivity and bienniality of coffee plants according to cultivation spacing (Pereira, Bartholo, Baliza, Sobreira, & Guimarães, 2011) Leaf anatomy and water potential in the coffee cultivars tolerance to water stress (L. A. Batista, Guimarães, Pereira, Carvalho, & de Castro, 2010)
Borém F.M	Coffea Arabica, Sensory Analysis, Coffee Processing, Quality,	Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engineering, Lavras, Brasil		Quality of natural and washed coffee after drying on ground and with high temperature (Qiu & Wang, 2012) Assessment of Seed Viability by Laser Speckle Techniques (Borém, Coradi, Saath, & Oliveira, 2008)

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 12 (continuación).

Autor	Palabras clave	Filiación institucional	Dinámica de publicaciones	Publicaciones más destacadas
Schwan R.F.	Fermentation, Yeast, Article, Microbiology, Saccharomyces, Cerevisiae, Yeasts, Bacteria (microorganisms),	Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biología, Lavras, Brasil		Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (<i>Coffea arabica</i> L.) (Braga Jr. et al., 2003) The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality (Taniwaki et al., 2003)

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

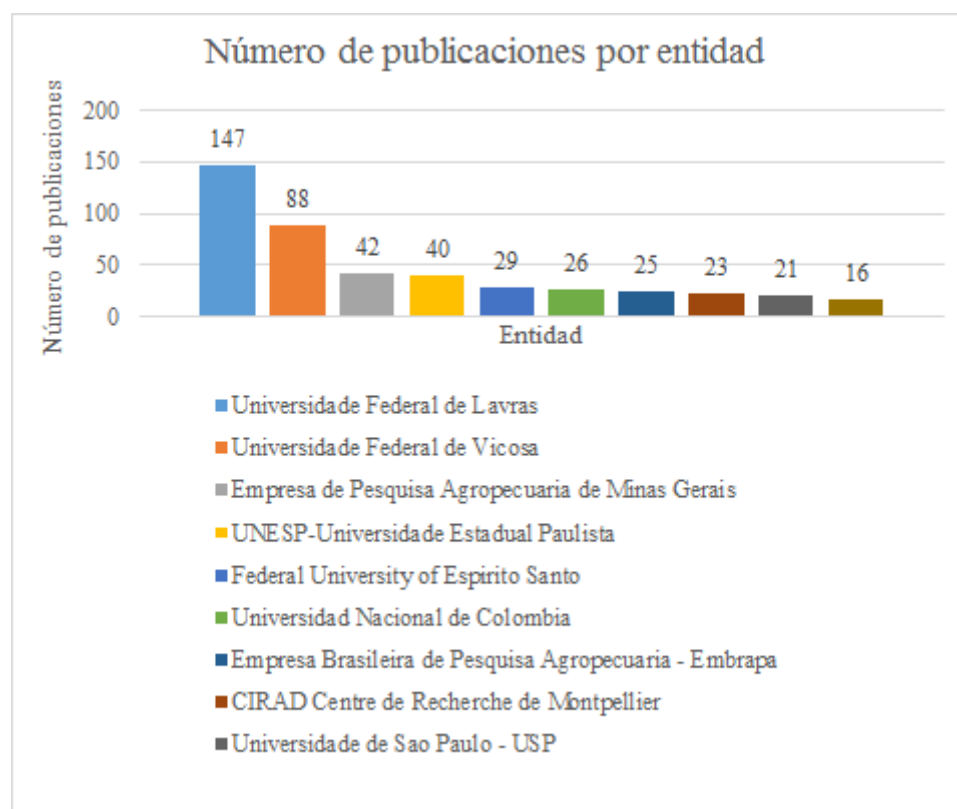


Figura 22. Número de publicaciones científicas por entidad. Adaptado de Scopus (2018).

En la tabla 13 se presentan los productos (publicaciones) más destacados en materia de investigación cafetera de las 6 entidades más relevantes en la cosecha y la poscosecha del café, así como la descripción de sus actividades básicas.

Tabla 13.

Entidades más destacadas en investigación básica cafetera.

Entidad	País	Descripción	Publicaciones más destacadas	Temáticas cafeteras más destacadas
Universidade Federal de Lavras	Brasil	Universidade Brasileira que cuenta con el centro de investigación Inovacafé y hace parte del consorcio científico "Pesquisa Café". En Scopus cuenta con 10.178 documentos asociados	Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of Coffea arabica in Brazil (Mahadeva Swamy et al., 2012). Ochratoxin A in coffee beans (Coffea arabica L.) processed by dry and wet methods (L. R. Batista, Chalfoun, Prado, Schwan, & Wheals, 2003).	Diversidad microbiana durante la maduración y el procesamiento natural de las cerezas de café. Ocratoxina A en granos de café (Coffea arabica L.) procesados por métodos secos y húmedos.

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 13 (continuación).

Entidad	País	Descripción	Publicaciones más destacadas	Temáticas cafeteras más destacadas
Universidade Federal de Vicosa	Brasil	Universidade Brasileira parte del consorcio científico "Pesquisa Café" que adelanta numerosas investigaciones en materia de desarrollo productivo del café. Cuenta con el laboratorio BioAgro que desde 1.992 concentra sus investigaciones en los cultivos de café. En Scopus cuenta con 19.244 documentos afiliados	Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review (DaMatta & Cochicho Ramalho, 2006). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: A review (DaMatta, 2004).	Impactos del estrés por sequía y temperatura en la fisiología y producción del café
Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais	Brasil	Universidade Brasileira parte del consorcio científico "Pesquisa Café" que adelanta numerosas investigaciones en materia de desarrollo productivo del café. Desarrollo maquinaria agrícola desde 1.974. En Scopus cuenta con 996 documentos afiliados	Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods (Duarte, Pereira, & Farah, 2010). Ochratoxin A in coffee beans (Coffea arabica L.) processed by dry and wet methods (L. R. Batista et al., 2009)	Ácidos clorogénicos y otros compuestos relevantes en cafés brasileños procesados por métodos de postcosecha semi-secos y húmedos. Ocratoxina A en granos de café (Coffea arabica L.) procesados por métodos secos y húmedos

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 13 (continuación).

Entidad	País	Descripción	Publicaciones más destacadas	Temáticas cafeteras más destacadas
UNESP- Universidade Estadual Paulista	Brasil	Universidade Brasileira que cuenta con centros de investigación cafetera. En Scopus cuenta con 67.901 documentos asociados	Spatial variability of chemical attributes and productivity in the coffee cultivation (F. M. Da Silva, De Souza, De Figueiredo, Marques Jr., & Machado, 2007).	Variabilidad espacial de atributos químicos y productividad en el cultivo del café.
			Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system (Cassia, Da Silva, Chioderolli, Noronha, & Dos Santos, 2013).	Calidad de la cosecha mecanizada de café en sistema de siembra circular.
Federal University of Espírito Santo	Brasil	Universidade Brasileira que cuenta con centros de desarrollo de la agroindustria. En Scopus cuenta con 10.095 documentos asociados	Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles (Partelli, Espindula, Marré, & Vieira, 2014).	Acumulación de materia seca y macronutrientes en frutos de café.
			Physical-hydric attributes of an oxisol from the cerrado region under coffee plantation as affected by the sampling position (Gontijo, Dias Junior, Guimarães, & Araujo-Junior, 2009)	Atributos físico-hídricos de un oxisol de la región de cerrado bajo la plantación de café

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 13 (continuación).

Entidad	País	Descripción	Publicaciones más destacadas	Temáticas cafeteras más destacadas
Universidad Nacional de Colombia	Colombia	Universidad Colombiana líder en el país en investigación agrícola. Cuenta con alianzas científicas con entidades como Cenicafé. En Scopus cuenta con 22.994 documentos asociados	Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm <i>Eisenia fetida</i> : Effects on C and N contents and the availability of nutrients. (Orozco et al., 1996).	Compostaje de la pulpa de café utilizando la lombriz <i>Eisenia</i> .
			Mechanical harvest of coffee applying circular and multidirectional vibrations. (Aristizábal, Oliveros, & Alvarez, 2003)	Cosecha mecánica de café aplicando vibraciones circulares y multidireccionales.

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

3.2.5 Panorama del conocimiento científico. En la tabla 14 a continuación, se listan algunas tendencias científicas destacadas, por subproceso de cosecha y poscosecha, encontradas en el análisis de los documentos. Dicha tabla relaciona cada tendencia con su respectivo proceso productivo y con las áreas temáticas de Scopus y del Portal Siembra que aborda.

Tabla 14.

Tendencias científicas más relevantes en investigación básica cafetera.

Subproceso	Tendencias científicas más relevantes	Área temática portal siembra	Área temática scopus
Recolección	Aplicación de métodos de agricultura de precisión para la reducción de costos y aumentar productividad en la cosecha.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación	<i>Agricultural and Biological Sciences</i>
	Desarrollo en prevención de plagas como la roya que afecta la recolección de café.	Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Enviromental Science</i>
	Uso de abejas polinizadoras para el incremento de la cantidad de fruto cosechado	Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Enviromental Science</i>
	Estudios en la tasa de defoliación frente a la cosecha manual y la cosecha mecanizada, siendo superior la tasa en la cosecha manual.	Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
	Desarrollo de dispositivos de recolección basados en las vibraciones multidireccionales al ser demostrada su mayor eficiencia sobre las bidireccionales	Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
Despulpado	Uso de residuos del café como la pulpa para la creación de combustibles fósiles como el gas metano, bioetanol y biodiesel dados sus altos índices de estabilidad térmica	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
	Uso de la pulpa de café como fertilizante y alimento para ganado posterior a la fermentación sólida de la cáscara del grano	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 14 (continuación).

Subproceso	Tendencias científicas más relevantes	Área temática portal siembra	Área temática scopus
Despulpado	Uso de la pectina de la pulpa de café (concentrada en un 6,52%) en la industria del temple del acero, descremado del látex en las plantaciones de caucho, perforación de pozos petrolíferos	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
	Uso de máquinas despulpadoras ecológicas, que reducen el consumo de agua y el cascareo	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering - Enviromental Science</i>
Remoción del mucílago	Contenido de ácidos clorogénicos, trigonelina y sacarosa en los procesos de remoción del mucílago por vía húmeda y seca	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Fisiología vegetal y nutrición	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
	Uso de la pectina del mucílago de café (concentrada en un 33%) en la industria del temple del acero, descremado del latex en las plantaciones de caucho, perforación de pozos petrolíferos	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
	Uso del mucílago de café para la preparación de resinas del tipo urea-formol, por medio de varios procedimientos químicos	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo ambiental y sostenibilidad	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
	Desarrollo de dispositivos por lavado centrifugado del grano reduciendo el uso de agua	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering - Enviromental Science</i>
	Controles y buenas prácticas de la fermentación controlada del café como método de conservación del aroma y sabor del grano	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 14 (continuación).

Subproceso	Tendencias científicas más relevantes	Área temática portal siembra	Área temática scopus
Lavado	Uso de las cepas de levadura <i>P. fermentans</i> YC5.2 y <i>Saccharomyces</i> sp. YC9.15 debido a su potencial en la estabilización proceso de lavado en la fermentación de café	Manejo cosecha, poscosecha y transformació - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
	Desarrollo de dispositivos por lavado centrifugado del grano reduciendo el uso de agua	Manejo cosecha, poscosecha y transformació - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
	Desarrollo de plantas de tratamiento de aguas residuales producto de lavado de café a partir de reactores hidrolíticos y metanogénicos	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences- Enviromental Science</i>
	Uso de aguas residuales del lavado del café como fermentadoras de líquidos y formadoras de alcohol etílico	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Biochemistry</i>
Secado	Utilización de secadores mecánicos conformados por ventiladores, intercambiadores de calor y cámaras de combustión	Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
	Control en los tiempos de secado con el fin de optimizar la cantidad de humedad en el grano y reducir la sobre fermentación del mismo	Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences - Engineering</i>
	Proposición de sistemas de secado mecanicos cuyas fuente de energía sean el bioetanol producido en los subprocesos del beneficio del café y el uso de paneles solares en las fincas	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences- Enviromental Science</i>

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 14 (continuación).

Subproceso	Tendencias científicas más relevantes	Área temática portal siembra	Área temática scopus
Secado	Desarrollo de dispositivos por lavado centrifugado del grano reduciendo el uso de agua	Manejo ambiental y sostenibilidad - Manejo del sistema productivo	<i>Agricultural and Biological Sciences- Enviromental Science</i>

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

3.2.5.1 Investigadores, entidades y países líderes en publicaciones científicas por subproceso productivo. Con el objetivo de presentar con mayor detalle los principales actores en términos de la investigación cafetera, se documentan a continuación los investigadores, entidades y países líderes en el mundo en investigación básica de los eslabones productivos de la cosecha y la poscosecha del café. En la tabla 15 se evidencian dichos actores sobresalientes.

Tabla 15.

Investigadores, entidades y países líderes en investigación básica por subproceso cafetero.

Subproceso	Investigador Lider	Entidad líder	País referente
<i>Recolección</i>	Da Silva F.M.	Universidade Federal de Lavras	Brasil
<i>Despulpado</i>	De Matos A.T.	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais	Brasil
<i>Remoción del mucílago (Fermentación)</i>	Schwan R.F.	Universidade Federal de Lavras	Brasil
<i>Lavado</i>	De Matos A.T.	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais	Brasil

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 15 (continuación).

Subproceso	Investigador Líder	Entidad líder	País referente
<i>Secado</i>	Borém F.M	Universidade Federal de Lavras	Brasil
<i>Otros (siembra y transformación)</i>	Guimarães R.J.	Universidade Federal de Lavras	Brasil

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

A partir de la tabla 15, se evidencia que para la totalidad de los subprocesos de la cosecha y poscosecha del café, tanto los investigadores como las entidades están localizados primordialmente en Brasil. Dicho comportamiento científico, surge debido al elevado potencial e interés de de las universidades en el estudio de mejoras productivas en la cadena agrícola. Por tal razón, el país se posiciona como el mayor referente de investigación básica cafetera en el mundo.

3.3 Análisis de patentes en el sector estratégico del café

Acorde a la ecuación de búsqueda introducida en Matheo Patent, se obtuvieron un total de 669 patentes y 391 familias de patentes. A continuación se presenta su respectivo análisis en términos de los factores críticos de vigilancia propuestos.

3.3.1 Dinámica global de patentes. El primer factor a analizar para la investigación de patentes fue el de la dinámica a través del tiempo, para lo que se obtuvo resultados desde 1895 hasta 2018. La figura 23 muestra la cantidad de resultados obtenidos año tras año alrededor del mundo.

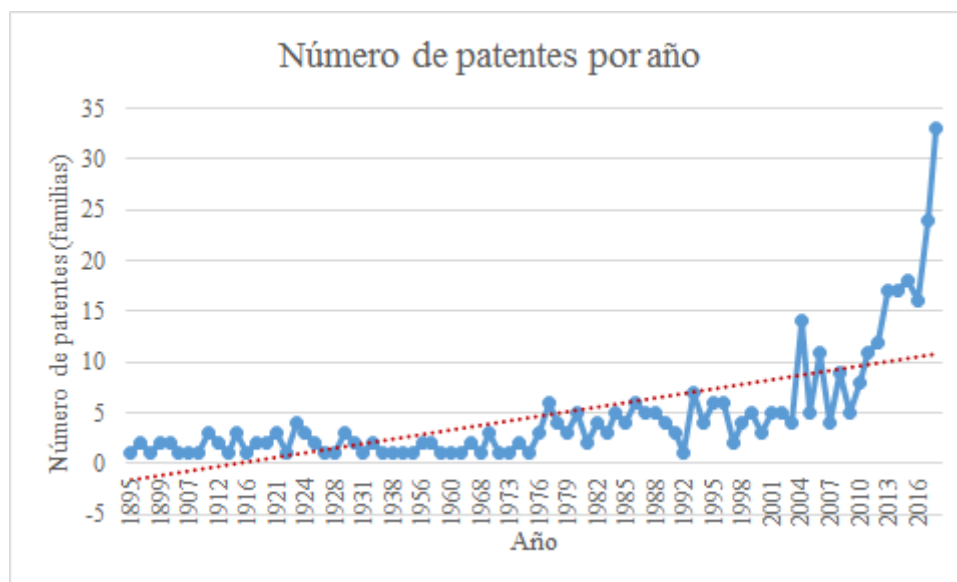


Figura 23. Número de patentes por año. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Se puede apreciar una tendencia clara al crecimiento, presentándose un total, para los últimos 3 años, de 33 patentes en 2018, 24 en 2017 y 16 en 2016. Este incremento en la producción de la investigación aplicada representa un interés cada vez mayor de la comunidad científica global por la cadena productiva del café y un posible acercamiento a las necesidades que cada vez son más evidentes.

Para los últimos 3 años, se detectó que los principales avances desarrollados están relacionados principalmente con tecnologías que permiten el mejoramiento del sistema productivo desde el enfoque en las fases específicas de cosecha y poscosecha, poscosecha, así como en el aprovechamiento de residuos como pulpas y mucílagos, apuntando a la competitividad en la producción y así, posiblemente, solucionar el problema de la productividad y rentabilidad en las fincas.

Todo lo anterior, puede considerarse como una premisa para pensar que la tecnología ve en el sector cafetero claras oportunidades de mejora y está en las manos de los grupos de interés del mismo, trabajar por la adopción de estos avances tecnológicos y así trazar un nuevo horizonte para la realidad caficultora actual.

3.3.2 Dinámica de patentes por temática.

3.3.2.1 IPC 4. En el análisis de la dinámica de patentes según el IPC 4 de cada familia se obtuvo la información presentada en la figura 24. La lista analizada corresponde con los 10 códigos IPC 4 asociados con el mayor número de familias.

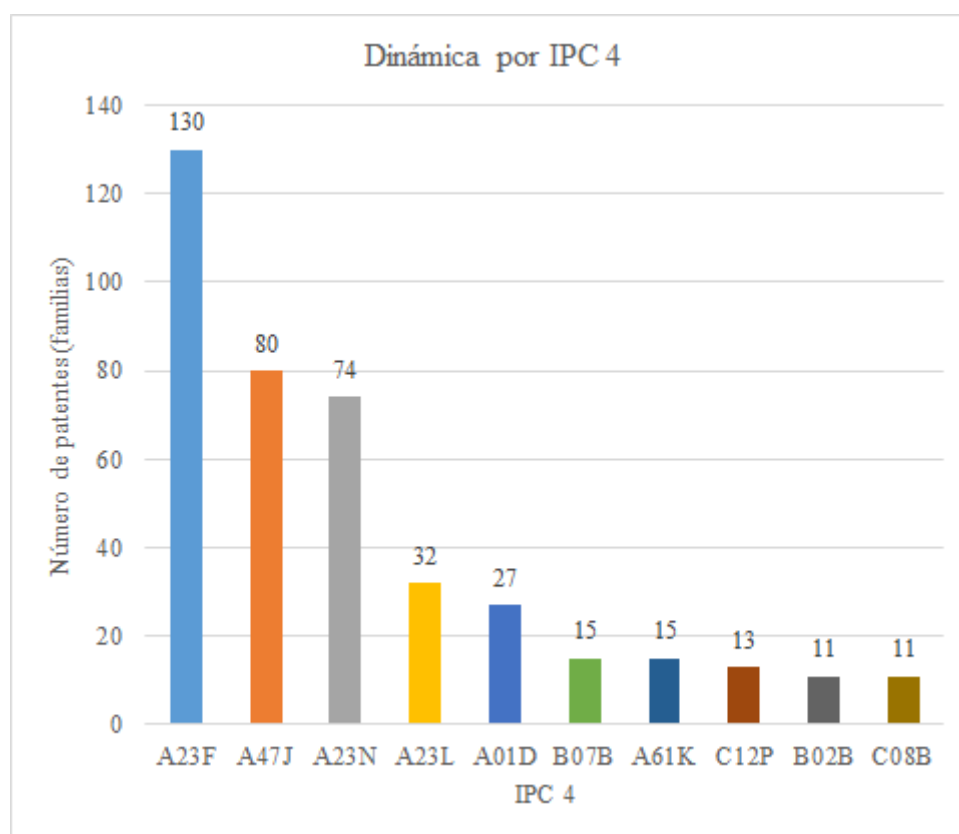


Figura 24. Dinámica global de patentes del sector café por IPC 4. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Se puede observar en el resultado del análisis, que la mayoría de las patentes obtenidas abordan las temáticas comprendidas por los IPC 4 A23F, A47J y A23N. Cabe aclarar que los códigos no son mutuamente excluyentes, por lo que una familia de patentes puede manejar más de un IPC 4.

Tabla 16.

Número de patentes por IPC 4.

IPC 4	No. de patentes (familias)	Descripción (original)	Descripción (español)
A23F	130	Coffee; tea; their Substitutes; manufacture, preparation, or infusion thereof	Café; té; sus sustitutos; fabricación, preparación o infusión de estos
A47J	80	Kitchen equipment; coffee mills; spice mills; apparatus for making beverages	Equipo de cocina; molinos de café; molinos de especias; aparato para hacer bebidas
A23N	74	Machines or apparatus for treating harvested fruit, vegetables or flower bulbs in bulk, not otherwise provided for; peeling vegetables or fruit in bulk; apparatus for preparing animal feeding-stuffs	Máquinas o aparatos para el tratamiento de frutas, verduras o bombillas de flor cosechadas, a granel, no está proporcionada de otra manera; pequeña de verduras o frutas a granel; aparato para la preparación de alimentación animal-materias
A23L	32	Foods, foodstuffs, or non-alcoholic beverages, not covered by subclasses a23b - a23j; their preparation or treatment, e.g. cooking, modification of nutritive qualities, physical treatment	Alimentos, alimentos, o bebidas no alcohólicas, no cubiertas por las subclases a23b - a23j; su preparación o tratamiento, p. ej. cocción, modificación de las calidades nutritivas, tratamiento físico
A01D	27	Soil working in agriculture or forestry; parts, details, or accessories of agricultural machines or implements, in general	Trabajo de suelos en agricultura o forestal; partes, detalles o accesorios de máquinas o implementos agrícolas, en general
B07B	15	Separating solids from solids by sieving, screening, or sifting or by using gas currents; other separating by dry methods applicable to bulk material, e.g. loose articles fit to be handled like bulk material	Separación de sólidos de sólidos mediante el desbaste, la selección o la evaluación o al uso de corrientes de gas; otros separados por métodos secos aplicables a gran material, p. ej. artículos sueltos para ser manejados como material a granel

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 16 (continuación).

IPC4	No. de patentes (familias)	Descripción (original)	Descripción (español)
A61K	15	Preparations for medical, dental, or toilet purposes	Preparativos para fines médicos, dentales o de inodoro
C12P	13	Fermentation or enzyme-using processes to synthesise a desired chemical compound or composition or to separate optical isomers from a racemic mixture	Fermentación o procesos de uso de enzimas para sintetizar un compuesto o composición química deseado o para separar a los isómeros ópticos de una mezcla racémica
B02B	11	Preparing grain for milling; refining granular fruit to commercial products by working the surface	Preparación de granos para molienda; refinando la fruta granular a productos comerciales trabajando la superficie
C08B	11	Polysaccharides; derivatives thereof	Polisacáridos; sus derivados

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Según la tabla 16, la categoría correspondiente al código IPC 4, A23F es *Café; té; sus sustitutos; fabricación, preparación o infusión de estos*. Resulta fácil predecir la primera área temática ya que se refiere directamente al eje principal de esta investigación, la producción del café. Entre los avances más destacados para esta área, se pudo observar gran desarrollo en tecnologías relacionadas con la eficiencia del proceso productivo y la reducción del impacto ambiental. Despulpadoras que requieren menor cantidad de recursos, remoción del mucílago por vías secas con casi nulo consumo de agua o selección de los frutos por medio de detección de pigmentos, son ejemplos de temáticas específicas abordadas por gran cantidad de patentes encontradas (ver sección 3.3.2.3 en donde se muestra el comportamiento cuantitativo de las patentes según el subproceso productivo que abordan).

Por otro lado, el segundo código IPC 4 que aparece, el A47J, correspondiente, según la tabla 16, a *Equipo de cocina; molinos de café; molinos de especias; aparato para hacer bebidas*, se enfoca en una etapa fundamental para la comercialización del café, la transformación. La aparición de esta categoría en las primeras posiciones de la búsqueda realizada, aún sin estar

100% enfocada hacia ella, demuestra el gran desarrollo, avances tecnológicos y peso que se ha generado en esta fase de la cadena productiva hasta el día de hoy. Al momento de analizar la información obtenida, se pudo encontrar gran cantidad de patentes relacionadas con el mejoramiento del proceso de tostión y molienda del café. También se halló un número importante de resultados que apuntaban a la preparación de la bebida, a través de avances tanto en máquinas de café integrales y novedosas como en subprocesos específicos dentro de las máquinas ya existentes.

Finalmente se tiene el código IPC 4 que ocupa la tercera posición, el A23N, correspondiente, según la tabla 16, a *Máquinas o aparatos para el tratamiento de frutas, verduras o bombillas de flor cosechadas, a granel, no está proporcionada de otra manera; pequeña de verduras o frutas a granel; aparato para la preparación de alimentación animal- materias*. Al igual que la primera categoría, es fácil pensar en esta como una de las más importantes en la investigación debido al enfoque marcado de la ecuación de búsqueda hacia la poscosecha como una de las etapas a mejorar en orden de satisfacer las principales necesidades identificadas en la cadena productiva del café. Entre las tecnologías más comunes halladas, al igual que se mencionó en la primera categoría, se encontró gran cantidad enfocada hacia subprocesos específicos del procesamiento o poscosecha del grano de café, los más recurrentes fueron despulpado y remoción del mucílago (ver sección 3.3.2.3 en donde se muestra el comportamiento cuantitativo de las patentes según el subproceso productivo que abordan).

3.3.2.2 Área temática Portal Siembra. Analizando el comportamiento de las familias de patentes según las áreas temáticas del Portal Siembra, se obtuvo lo mostrado en la figura 25. Las clasificaciones no son mutuamente excluyentes, por lo que una familia de patentes puede manejar más de una categoría.

Se puede observar que las áreas más relevantes de acuerdo al número de familias de patentes relacionadas son: *Manejo cosecha, poscosecha y transformación* (249 familias de patentes),

Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales (234 familias de patentes), y *Manejo del sistema productivo* (171 familias de patentes). La primera está directamente ligada al enfoque dado a la ecuación de búsqueda debido a las necesidades identificadas previamente, cosecha, poscosecha y transformación del café. La segunda se enfoca hacia el mejoramiento en los diferentes procesos involucrados dentro de la agricultura que permitan maximizar la competitividad de las fincas. Finalmente, la tercera área más importante está relacionada con la optimización del sistema productivo en general. Estas tres áreas presentan una mayor relevancia ya que la investigación se enfocó en la cadena productiva del café con el fin de hallar avances tecnológicos con potencial para ser implementados en dichos procesos.

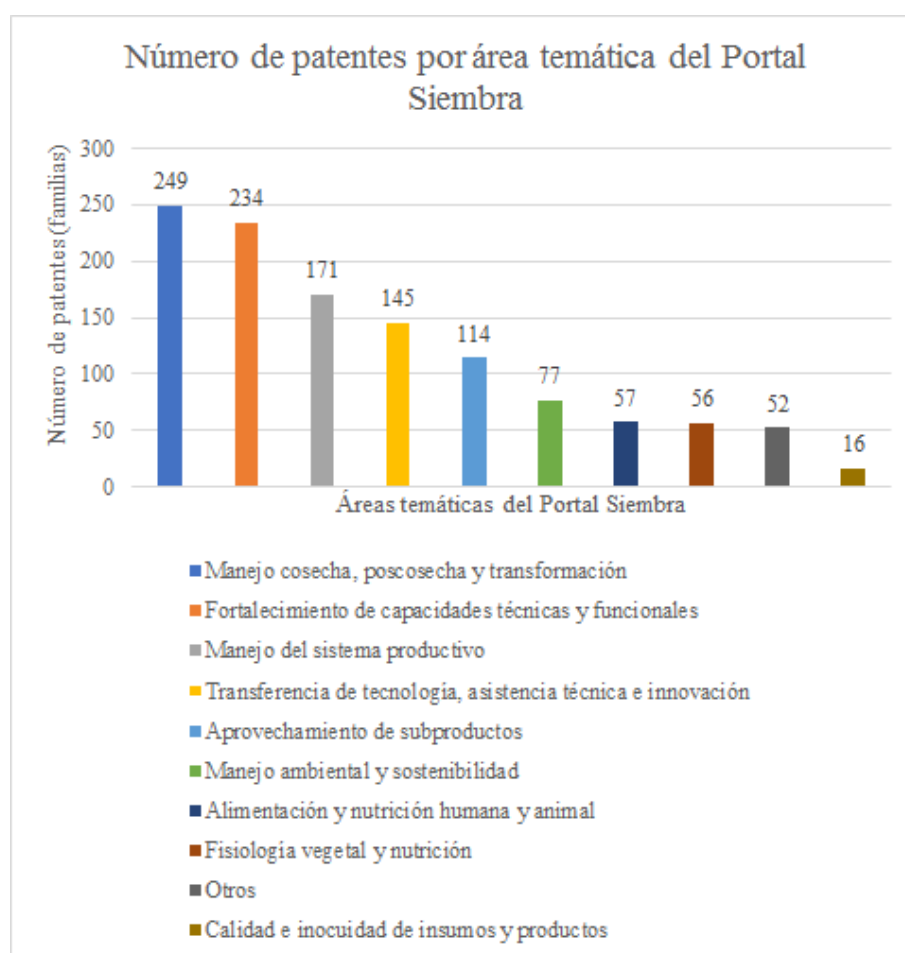


Figura 25. Número de patentes por área temática del Portal Siembra. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Por otro lado, existen áreas temáticas que no fueron abordadas por ninguna de las familias de patentes obtenidas. Entre estas se encuentran *Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial, Material de siembra y mejoramiento genético, Manejo sanitario y fitosanitario, Manejo de suelos y aguas, Sistemas de información, zonificación y georreferenciación, y Fisiología y reproducción animal*. A diferencia de los artículos científicos, estos campos no fueron tratados en lo absoluto entre los resultados encontrados. Este escenario podría mostrar las tendencias que se seguirán a futuro en cuanto a avances tecnológicos, que hoy en día solo se tratan en artículos científicos.

3.3.2.3 Subproceso de cosecha y poscosecha. Se hizo necesario conocer el comportamiento de las patentes según los subprocesos productivos en orden de identificar el eslabón al que se le da una mayor prioridad a nivel global y aquellos a los que no, y con esto inferir si aquellas necesidades determinadas en el campo, están siendo satisfechas por la comunidad científica o si existe alguna deficiencia. En la figura 26 se presenta el número de patentes obtenidas por subproceso productivo. Cabe anotar que es posible que una patente esté relacionada con más de un subproceso.

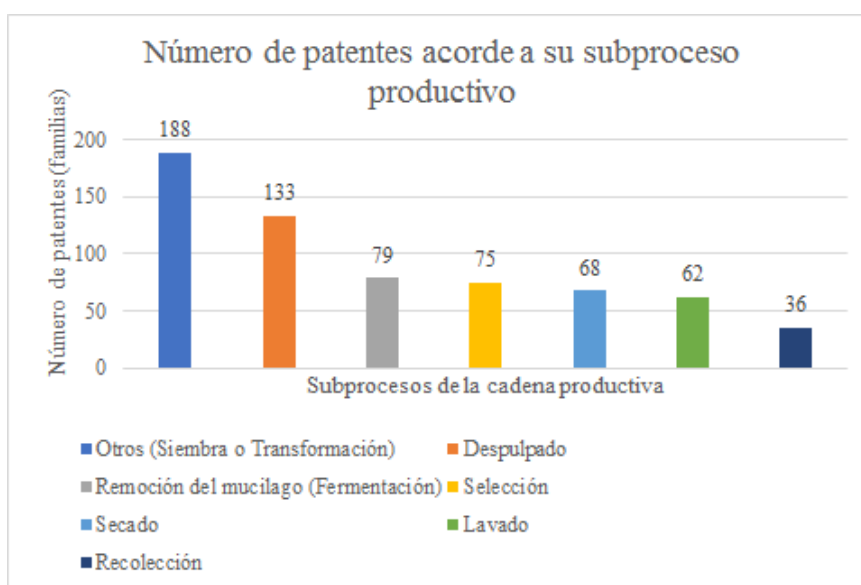


Figura 26. Número de patentes acorde a su subproceso productivo. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Se puede observar que los eslabones de la cadena productiva del café con mayor desarrollo de patentes en el mundo son *Otros (siembra o transformación)* (188 familias de patentes), *Despulpado* (133 familias de patentes) y *Remoción del mucílago (fermentación)* (79 familias de patentes). Teniendo en cuenta que la primera categoría agrupa tanto siembra como transformación, y que la tercera arrojó la mitad, aproximadamente, de resultados que la segunda, se puede afirmar que el despulpado es el subproceso productivo con mayor trabajo, prioridad y enfoque científico dado históricamente. También se puede notar que el eslabón con menor cantidad de avances es el de *Recolección* (36 familias de patentes).

3.3.3 Actores sobresalientes en patentes.

3.3.3.1 Países líderes. En la figura 27 se muestra la dinámica de las patentes según el país de las entidades aplicantes. A continuación, se ilustra el comportamiento mencionado para los 10 primeros países líderes.

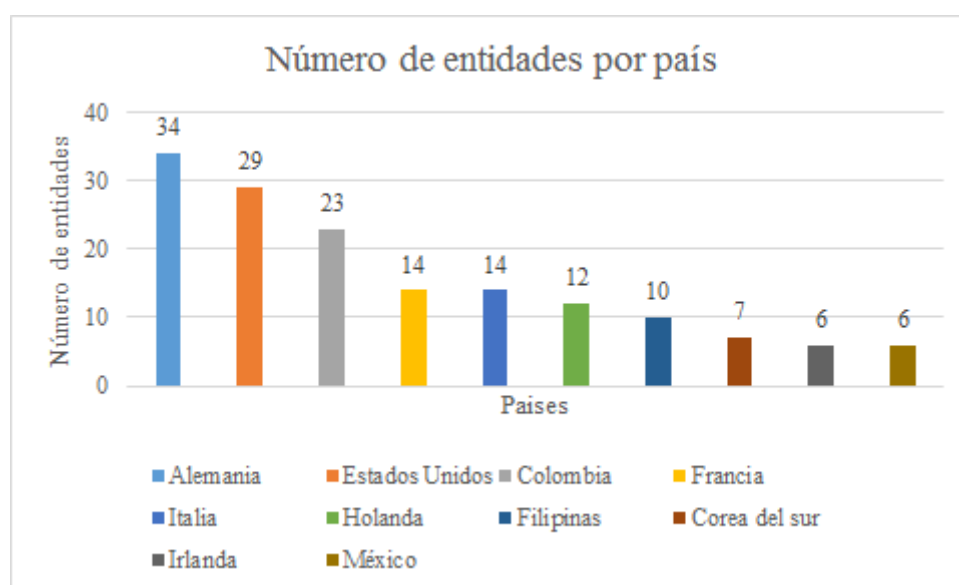


Figura 27. Número de entidades por país. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Se puede observar que la mayoría de las entidades aplicantes son de Alemania (34 entidades), Estados Unidos (29 entidades) y Colombia (23 entidades). Este comportamiento puede explicarse debido a la desarrollada industria tostadora de café de Alemania, que se sitúa como el primer exportador de café tostado a nivel europeo. Además, el interés por este producto se ve reflejado en su segundo lugar como exportador de café verde a nivel global y el tercero como exportador de café tostado (Revista Alimentaria, 2017). Como ejemplo de tecnología desarrollada, a partir de la información de patentes, se encuentran principalmente métodos para el aprovechamiento de subproductos (reutilización de pulpa y cáscara del café para bebidas) y la transformación del grano (tostión, molienda y máquinas para hacer café), desarrollados por compañías como Kraft Foods y Württembergische Metallwarenfabrik (WMF). Por otro lado, la aparición de Estados Unidos en esta lista no es una sorpresa considerando el crecimiento que ha tenido la investigación y el desarrollo empresarial alrededor de la caficultura, principalmente en California (Portafolio, 2017). Como exponentes de estos avances se tiene a Procter & Gamble y a General Foods, principalmente en dispositivos para la transformación del grano y optimización de características organolépticas. Finalmente, Colombia, como uno de los principales productores al lado de Brasil y Vietnam, aparece predeciblemente entre los países con mayores entidades con patentes relacionadas con el café (PECTIA, 2016). Este último país enfoca sus estudios en mecanismos para la producción del café, tales como despulpadoras, fermentadores o lavadoras de grano, todas con un mismo fin, y es el bajo consumo de recursos como el agua. Entre sus principales referentes, se encuentran entidades como Penagos Hermanos y Cenicafé.

3.3.3.2 Inventores líderes. Los inventores con mayor número de patentes a su nombre se muestran en la figura 28. Es posible que una patente esté registrada con más de un inventor, por lo que de la sumatoria de todas las patentes por inventor resulta un valor mayor al total del

número de familias analizadas. A continuación se muestran los 10 inventores con mayor número de patentes.

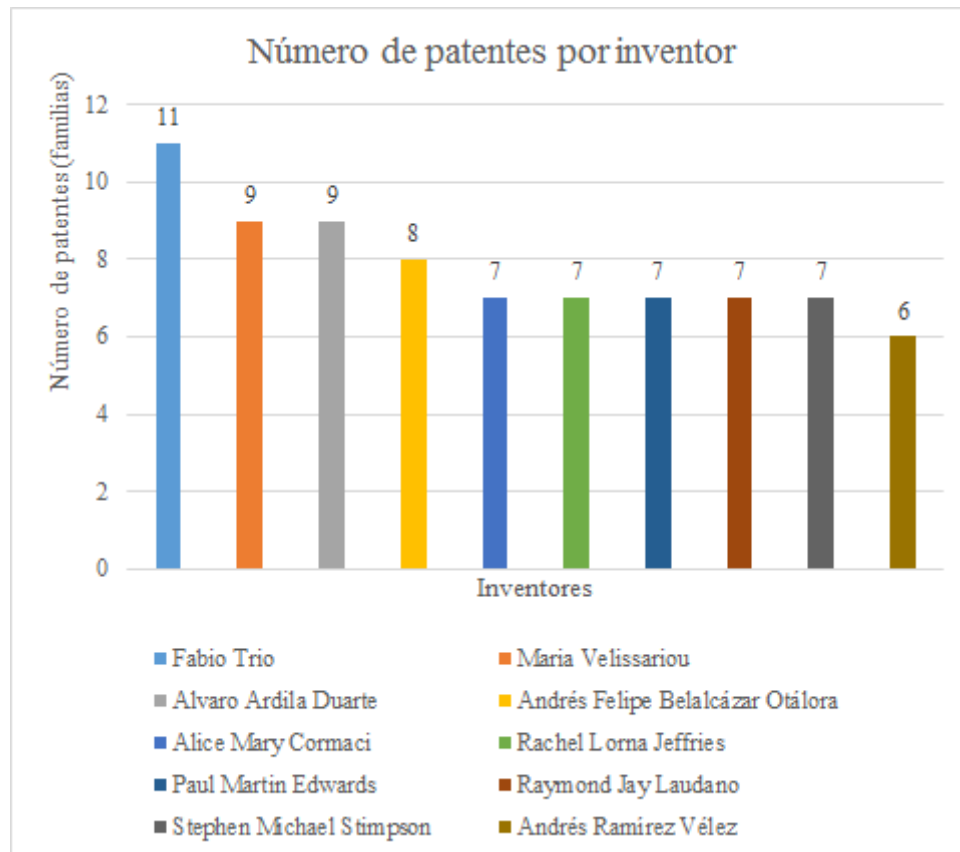


Figura 28. Número de patentes por inventor. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Se puede observar que los inventores destacados en el área de estudio son: Fabio Trio (11 familias de patentes), María Velissariou (9 familias de patentes) y Álvaro Ardila Duarte (9 familias de patentes).

Trio es ingeniero mecánico de la Lehre bei Gebrüder Sulzer AG. Actualmente se desempeña como ingeniero diseñador senior en Reichle & De-Massari AG, Suiza. Tiene más de 11 años en el puesto y anteriormente perteneció a Saeco International Group, en donde se desempeñó en el mismo rol desarrollando y diseñando, entre muchas otras cosas, dispositivos para la transformación del café (preparación, molienda, etc) y sus componentes (LinkedIn, 2018).

También, durante su carrera ha desarrollado métodos para la elaboración de harina y syrup a partir de la pulpa del café, así como técnicas para estimular los aromas de los granos de este.

Por otro lado, Velissariou es ingeniera bioquímica de la Universidad de Birmingham con más de 20 años de experiencia en el sector de alimentos. Actualmente es la directora de ciencia y tecnología del *Institute of Food Technologists (IFT)* en Chicago, y se desempeñó durante mas de 11 años en el área de tecnología e investigación de *Kraft Foods* en cargos como Senior Manager de tecnología y directora asociada de investigación, desarrollo y calidad (LinkedIn, 2018). Entre sus principales aportes se encuentran dispositivos para empaquetar café molido, máquinas eficientes para hacer café (bebida), moliendas de café, entre otros.

Finalmente, Álvaro Ardila Duarte es ingeniero mecánico de la Universidad Industrial de Santander. Es aliado de Penagos Hermanos, de Colombia, y perteneció al Comité de Cafeteros de Santander, desde donde ha liderado diversos proyectos innovadores relacionados con la producción del café (Revista Dinero, 2010). Entre sus principales aportes se encuentran dispositivos para la recolección de granos de café por vibraciones, despulpadoras selectivas, máquinas para la remoción del mucílago, formas de reutilización de residuos como la pulpa en bebidas, mejoras en máquinas para hacer café (bebida), entre otros.

3.3.3.3 Entidades líderes. Las 10 entidades que han registrado mayor número de patentes se muestran en la figura 29. Cabe resaltar que es posible que una publicación esté registrada bajo dos entidades distintas, en el caso de una cooperación, por ejemplo; es por esto que la sumatoria de todas las patentes puede dar un número mayor que el total de resultados obtenidos en la búsqueda.

Se puede observar que las entidades líderes, en cuanto a número de patentes se refiere, para el sector productivo del café son: *Procter & Gamble* (14 familias de patentes), *General Foods Corp.* (9 familias de patentes) y *Penagos Hermanos & CIA Ltda.* (9 familias de patentes)

La primera empresa es una multinacional estadounidense de bienes de consumo presente en 160 países. Fue fundada en 1837 y desde entonces han ido adquiriendo, año tras año, muchas empresas, aumentando su oferta de productos hasta, actualmente, manejar el mercado de comida para perros, artículos de limpieza y productos de cuidado personal. 26 de sus firmas generan más de 1000 millones de dólares en ventas netas anuales. Su relación con el sector cafetero se remonta a la adquisición, en 1963, de la compañía Folgers, la principal, tradicional y más grande productora de café estadounidense (P&G, 2018). Fue vendida al grupo JM Smucker en 2008 por el valor de 3.300 millones de dólares (Europa Press, 2008). Entre sus principales desarrollos se destacan métodos para la transformación del grano y mejoramiento de propiedades organolépticas como el aroma.

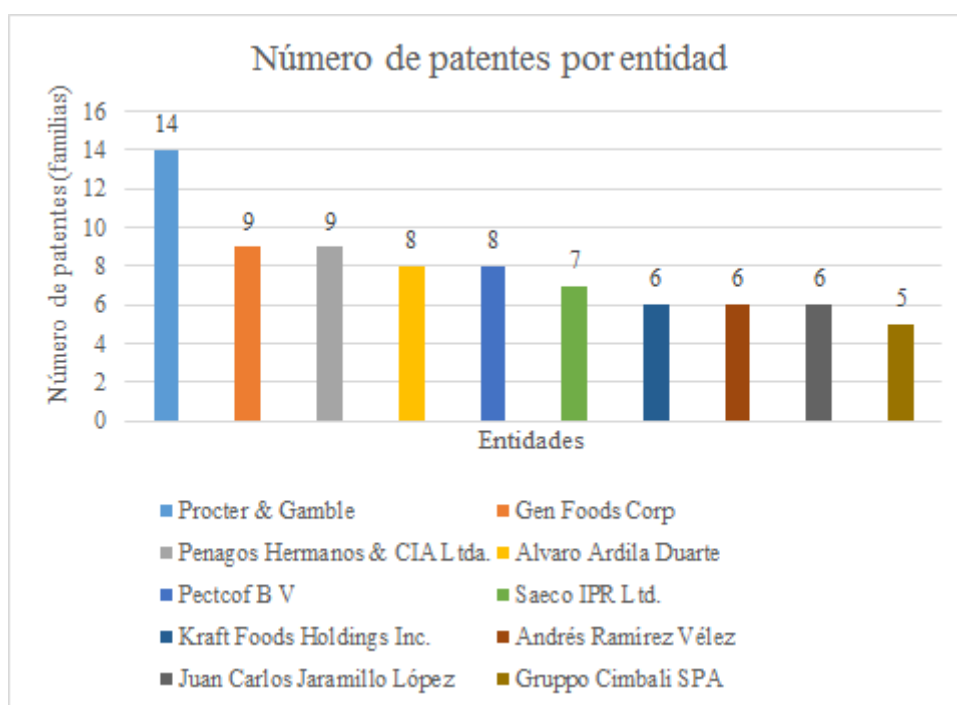


Figura 29. Número de patentes por entidad. Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

En segundo lugar, *General Foods Corp.*, actualmente fusionada con *Kraft. Inc.* y convertidas en *Kraft General Food*, fue fundada en 1895 y desde entonces ha operado en el sector alimenticio de Estados Unidos y otros países del mundo como Alemania. En 2015 la

compañía se fusionó con la empresa Heinz (Britannica, 2011). Sus investigaciones se basan en la preparación de bebidas derivadas del café, tanto aprovechando sus subproductos como la pulpa, como transformando el grano como producto final.

Finalmente, se puede ver en el tercer puesto a *Penagos Hermanos & CIA Ltda*, considerada en 2018 como una de las 5 empresas mas innovadoras de Colombia (Revista Dinero, 2018). Es una compañía con más de 125 años de experiencia proveyendo soluciones integrales al sector industrial, especialmente a la agroindustria (Penagos Hermanos, 2018). Actualmente, con 150 colaboradores, obtiene más del 50% de sus ingresos gracias a sus exportaciones en más de 34 países distribuidos entre África, Asia y América Latina. Su relevancia en el sector cafetero se debe a que en los años 80 se hizo una alianza estratégica con el ingeniero mecánico de la Universidad Industrial de Santander, Álvaro Ardila Duarte, con quien se empezó a trabajar en la industria caficultora y debido a este paso, se han llevado a cabo importantes avances tecnológicos en las máquinas para el procesamiento del café, tales como filtros para granos maduros, despulpadoras, desmucilaginosos y lavadoras del grano. Hoy en día, *Penagos Hermanos & CIA. Ltda.* se presenta como un referente nacional e internacional en este sector debido a sus desarrollos ecológicos e innovadores (Revista Dinero, 2010).

3.3.4 Panorama de la investigación aplicada. En la tabla 17 se listan algunas tendencias tecnológicas destacadas, por subproceso de cosecha y poscosecha, encontradas en el análisis de las patentes. Dicha tabla relaciona cada tendencia con sus respectivas áreas temáticas del Portal Siembra y los IPC 4 que aborda.

Tabla 17.

Tendencias científicas cafeteras en la investigación aplicada.

Subproceso productivo	Tendencias más relevantes	Área temática portal siembra	Descripción IPC 4
Recolección	Dispositivo arrastrado por un tractor con bastidores y peines elásticos en sus extremos que se extienden hasta los arbustos y se realiza la recolección. Ideal para planicies.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	A01D (Cosecha, segado)
	Dispositivo que se desliza a lo largo de las ramas separando los granos de café y transportandolos a un recipiente de almacenamiento por medio de gravedad.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	A01D (Cosecha, segado)
	Dispositivo aptos para regiones montañosas debido a su extensión elástica. Opera gracias a molinos y cuchillas de silicona.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo del sistema productivo	A01D (Cosecha, segado)
Selección	Dispositivo anexo a una despulpadora que permite solo el paso de granos maduros. Opera gracias a delantales helicóxicos vibro-elásticos.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23L (Productos alimenticios o bebidas no alcohólicas que no están cubiertas por las subclases A23B o A23J, su preparación o tratamiento)
	Dispositivo portátil con varillas en su extremo que funcionan mediante vibraciones bidimensionales y golpean los granos a la frecuencia para la caída de solo los maduros.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A01D (Cosecha, segado)

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 17 (continuación).

Subproceso productivo	Tendencias más relevantes	Área temática portal siembra	Descripción IPC 4
Selección	Dispositivo apto para pendientes pronunciadas que seleccionan únicamente los granos maduros en la recolección mediante un colorímetro.	Calidad e inocuidad de insumos y productos - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A01D (Cosecha, segado)
	Dispositivo que opera mediante presión de los granos contra materiales abrasivos como arena o aserrín, y cemento.	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23N (Máquinas o aparatos para el tratamiento de frutos, verduras o bombillas de flor cosechadas, a granel.)
Despulpado	Reutilización de la pulpa desechada para la fabricación de harina, bebidas, fibra dietaria, abonos, vinos, etc.	Aprovechamiento de subproductos	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)
	Dispositivo que opera mediante un eje que colisiona de los frutos contra particiones apisonadas	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23N (Máquinas o aparatos para el tratamiento de frutos, verduras o bombillas de flor cosechadas, a granel.)

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 17 (continuación).

Subproceso productivo	Tendencias más relevantes	Área temática portal siembra	Descripción IPC 4
	Reutilización del mucílago para la elaboración de syrup	Aprovechamiento de subproductos	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)
Remoción del mucílago	Dispositivo que opera por vía seca mediante la fricción que ejercen puntos metálicos de una pieza alargada que se encuentra conectada a un gusano.	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)
	Dispositivo integrado de fermentador, que funciona por medios naturales o por adición de enzimas pectinolíticas, conectado a una máquina de lavado.	Manejo cosecha, poscosecha y transformación - Manejo del sistema productivo	A23N (Máquinas o aparatos para el tratamiento de frutos, verduras o bombillas de flor cosechadas, a granel.)
Lavado	Dispositivo que funciona por etapas. Opera mediante un agitador y los granos pasan de un recipiente a otro, repitiéndose el proceso hasta cumplir los requisitos de limpieza.	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 17 (continuación).

Subproceso productivo	Tendencias más relevantes	Área temática portal siembra	Descripción IPC 4
Lavado	Dispositivo integrado de fermentación y lavado eficiente, con bajo consumo de agua y energía. La lavadora opera mediante un rotor que permite ejercer presión entre los granos y las paredes, primero cónicas y luego cilíndricas, del aparato, para pasar a un lavado final con poca agua. Los residuos son expulsados por rejillas horizontales	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)
	Dispositivo que opera, con los granos y agua, mediante un tambor y astas giratorias perforadas e inclinadas.	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	B07B (Separación de sólidos mediante el desbaste, la selección o la evaluación)
Secado	Dispositivo cilíndrico con un eje vertical y paletas rotativas impulsadas por aire seco que entra por la parte inferior. El aire húmedo sale por la parte superior.	Manejo del sistema productivo - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	F26B (Secado de materiales sólidos u objetos al quitar el líquido.)
	Dispositivo que opera mediante corrientes de aire caliente, generadas por un ventilador y un calefactor, que pasan hacia arriba y hacia abajo secando los granos, desplazados por una cinta transportadora.	Calidad e inocuidad de insumos y productos - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	F26B (Secado de materiales sólidos u objetos al quitar el líquido.)

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 17 (continuación).

Subproceso productivo	Tendencias más relevantes	Área temática portal siembra	Descripción IPC 4
Secado	Mejora del sabor a través de un rápido secado mediante radiofrecuencias.	Alimentación y nutrición humana y animal - Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	A23F (Café, té, sus sustitutos, fabricación, preparación o infusión de los mismos)

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

3.3.4.1 Investigadores, entidades y países líderes en patentes por subproceso productivo.

Con el objetivo de presentar con mayor detalle los principales actores en términos de patentamiento cafetero, se documentan a continuación los investigadores, entidades y países líderes en el mundo en investigación aplicada de los eslabones productivos de la cosecha y la poscosecha del café. En la tabla 18 se evidencian dichos actores sobresalientes.

Desde lo mostrado previamente, se puede corroborar el liderazgo de Colombia en el desarrollo de la investigación aplicada, principalmente en los subprocesos de Selección, Despulpado y Remoción del mucílago. Estos hallazgos son coherentes con los demás resultados obtenidos donde entidades como Penagos Hermanos ya han demostrado su relevancia en la investigación aplicada de este campo.

Tabla 18.

Investigadores, entidades y países líderes en patentes por subproceso productivo.

Subproceso	Investigador lider	Entidad lider	País referente
Recolección	Bartol Peresa	Bartol Peresa	Bosnia-Herzegovina

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

Tabla 18 (continuación).

Subproceso	Investigador lider	Entidad lider	País referente
Selección	Alvaro Ardila	Penagos Hermanos	Colombia
	Duarte	& CIA Ltda.	
Despulpado	Andrés Ramirez	Andrés Ramirez	Colombia
	Velez	Velez	
Remoción del mucílago	Andrés Ramirez	Andrés Ramirez	Colombia
	Velez	Velez	
Lavado	Lee Yuan-Hung	Lee Bing-Yang	Taiwan
Secado	Alice Mary Cormaci	Procter & Gamble	Estados Unidos
Otros (siembra y transformación)	Fabio Trio	Koninkl Phillips	Holanda
		Electronics N.V	

Nota: Adaptado de Espacenet - OMPI (2018).

3.4 Artículo publicable

De acuerdo con los objetivos específicos establecidos, este trabajo de investigación se concluye con la realización de un artículo científico publicable. Para el ejercicio actual se escogió la revista *Outlook on Agriculture*, la cual acoge trabajos de investigación para un público internacional e interdisciplinario. Se seleccionó ya que presta especial atención a los desarrollos estratégicos en la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, los sistemas agrícolas, los impactos ambientales de la agricultura, el cambio climático, el papel de la agricultura en el desarrollo social y económico, la política agrícola, el comercio internacional en el sector agrícola y las nuevas tecnologías agrícolas en países en desarrollo. La revista, está

clasificada dentro del cuartil 2 (Q2) según el ranking mundial de revistas y países de Scimago y cuenta con un índice h de 26.

La institución editora de esta revista es la editorial “SAGE Publlising” con sede en Newbury Park, California, Estados Unidos. En 2017 Ise catalogó con un impacto de 1.030 y con un ranking de 25 sobre 56 in agricultura y ciencias multidisciplinarias acorde a los Journal Citation Reports® de Clarivate Analytics product

Acorde al formato de la revista, el artículo fue redactado bajo las normas expuestas en sus políticas de redacción de artículos científicos, donde se contempla de manera inicial el resumen y la introducción de la investigación, en segunda medida el desarrollo metodológico del proyecto, posteriormente la explicación de los resultados encontrados y por último el desarrollo de las conclusiones y sus recomendaciones.

Ver apéndice O correspondiente al artículo publicable

4 Conclusiones

Colombia es uno de los países con mayor número de entidades aplicantes y con mayor número de publicaciones científicas, lo que permite ver la relevancia del desarrollo tecnológico del país en materia del sector cafetero. Sin embargo, muchos de los problemas que se tienen actualmente en Santander-Magdalena Medio se deben a la falta de esta misma tecnología en el campo. Es desde este punto donde se puede pensar que la causa de las barreras existentes no es la falta de investigación y desarrollo sino quizás de adopción, apropiación e implementación de estos avances en el contexto rural. Por otro lado, el escenario planteado cobra sentido cuando se reúnen las opiniones de expertos, como Henry Parra, y lo consultado en literatura gris, donde se pudo encontrar un grave problema en el traspaso generacional, en que hijos de cafeteros no

están interesados en continuar con la producción y esto conlleva a que la industria esté en manos de personas cada vez mayores, 55 años en promedio (El Tiempo, 2015). Esto se traduce en una tendencia de resistencia al cambio y aferramiento a prácticas utilizadas generación tras generación, desmeritando los desarrollos científicos y generando un sector desfasado de los avances que, en otros países, han causado gran impacto en su productividad, calidad y rentabilidad. En este orden de ideas, también se encontró que otro factor que incide en el progreso de la agricultura colombiana es la asincronía entre la academia y el campo, en donde la primera instruye a los aprendices en temas no pertinentes y que no aportan a la solución de problemas de la realidad (El Tiempo, 2016).

A partir de la revisión de literatura sobre las tendencias en el desarrollo metodológico del análisis de patentes, se pudo concluir que para el apartado del estado de la técnica en el presente ejercicio de vigilancia tecnológica, se deben tener en cuenta las siguientes prácticas: en primer lugar, para la definición de la estrategia de búsqueda, identificar las necesidades específicas sobre las cuales investigar resulta necesario en orden de determinar correctamente aquellas palabras clave y áreas relacionadas (IPC) con los objetivos del ejercicio para así plantear una ecuación que refleje los intereses del investigador y permita desarrollar un estudio pertinente y enfocado. Para la descarga e importación de patentes, se encontró que comúnmente los estudios trabajan con bases de datos públicas como la de la USPTO, la EPO o la OMPI, las cuales manejan un extenso inventario de publicaciones a nivel global, con bajo sesgo e información confiable. Para el tratamiento de las patentes en términos de la definición del estado de la técnica (dinámica de publicaciones y actores sobresalientes), representar gráficamente el número de publicaciones en el tiempo, por investigadores, entidades aplicantes, código IPC4 y países líderes, se posiciona como el mecanismo de mapeo tecnológico más apto para identificación de tendencias en el panorama de la investigación aplicada, identificando los puntos de inflexión en la dinámica de publicaciones y los actores líderes en la publicación de patentes cafeteras.

Se observa que alrededor del 70% de las publicaciones científicas y el 40% de las patentes cafeteras se han realizado en los últimos diez años (2.008 a 2.018). Dicho panorama, muestra un escenario donde la mayor parte de la investigación científica y aplicada se ha desarrollado recientemente, considerando que las primeras publicaciones se presentaron a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Esto puede interpretarse como una evidencia del ritmo acelerado que lleva la industria y la academia mundialmente en materia de desarrollo tecnológico en este campo.

Para el subproceso de recolección los mayores exponentes en literatura científica y patentes son Da Silva F.M, de la Universidad Federal de Lavras (Brasil), Bartol Peresa (Bosnia-Herzegovina) y Alvaro Ardila Duarte, de Penagos Hermanos (Colombia). Estos investigadores concentran sus estudios en formas de mecanización de la cosecha. Entre una de sus conclusiones se encuentra que la cosecha mecanizada incide en menor medida en la tasa de defoliación de los cafetos que la cosecha manual. Como ejemplo destacado de cosecha mecanizada, debido a su pertinencia con la realidad santandereana, se tienen dispositivos recolectores que arrancan únicamente los frutos maduros y son aptos para regiones montañosas debido a sus extensiones elásticas. Se hace el filtro de selección de granos, evaluando su madurez según el color que presenta mediante un colorímetro.

Acorde al análisis de literatura científica se pudo identificar que para el subproceso de recolección son más efectivos los dispositivos de vibraciones multidireccionales que los bidireccionales; no obstante, en el análisis de patentes no se evidenciaron tecnologías asociadas a la vibración multidireccional. Esto indica que, desde la perspectiva de la investigación aplicada (universidades y fabricantes de maquinaria agrícola), existen grandes oportunidades de desarrollo tecnológico en este campo.

A partir del análisis de patentes y literatura, se pudo determinar que los investigadores con mayor cantidad de patentes y publicaciones científicas en el subproceso de despulpado son Andrés Ramírez Vélez, de Colombia y De Matos A.T de la Empresa de Pesquisa Agropecuaria

de Minas Gerais, respectivamente. El aprovechamiento de los residuos es una temática recurrente tanto en su investigación como en la investigación aplicada global. En este orden de ideas, se observó que los principales usos de la pulpa del café están dados en la elaboración de fertilizantes y abonos, combustibles fósiles como el biodiesel, el gas metano y el bioetanol, y productos alimenticios como harina, vino y fibra dietaria. Lo anterior se puede plantear como alternativas, a tener en cuenta por universidades, empresas y grupos de interés de Santander, para la generación de nuevas fuentes de ingresos, y con esto contribuir a la sostenibilidad económica del campo.

Los mayores referentes en el patentamiento e investigación para el subproceso de remoción del mucílago se encuentran en Colombia y Brasil, encabezados por Cenicafé y Penagos Hermanos (mayor número de patentes) y la Universidad Federal de Lavras con el mayor número de publicaciones científicas. En este subproceso se presentaron avances importantes en dispositivos cuyo consumo hídrico es casi nulo, llevando a cabo las funciones por medio de fricción con materiales abrasivos u otras vías secas.

En cuanto al aprovechamiento de subproductos, al igual que para la pulpa, a partir del mucílago desprendido también se pudo encontrar bastantes maneras de utilizarlo. Entre las principales se destacan la fabricación de pectinas para el sector petrolífero y del acero, la preparación de resinas para el sector manufacturero y la elaboración de syrup en el sector alimentos. Por medio de estas se contribuye a Santander generando valor en cuanto al más fácil acceso a insumos productivos y a la apertura de nuevos modelos de negocio basados en el aprovechamiento de dichos residuos.

Para el subproceso del lavado del café, se aprecian tendencias en el mundo científico relacionadas al tratamiento de las aguas residuales, como por ejemplo, a partir de la implementación de plantas elaboradas con reactores hidrolíticos y metanogénicos. Por otro lado, también se estudia la invención de dispositivos de lavado con bajos niveles de consumo de agua, por ejemplo, lavadoras centrifugadas. Los mayores investigadores referentes en estas

temáticas (literatura y patentes) se encuentran Taiwan, Brasil y Colombia; siendo líderes entidades como Lee Bing-Yang, la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais y Penagos Hermanos, respectivamente.

En cuanto al subproceso de secado, se pudo observar tendencias relacionadas con la generación de sistemas de secado artificial operados por energías renovables como energía solar y biocombustibles. Otro desarrollo interesante identificado fue el secado por medio de radiofrecuencias, lo que promete un rápido proceso y un mejoramiento en las características organolépticas del grano. Los principales exponentes en la investigación básica y patentes son Borém F.M, de la Universidad Federal de Lavras (Brasil) y Alice Mary Cormaci, de Procter & Gamble (Estados Unidos).

Colombia, actualmente es el quinto país con mayor número de publicaciones científicas y el tercero con mayor número de entidades aplicantes de patentes en materia de investigación cafetera. Entidades como la Universidad de Caldas, la Universidad Nacional de Colombia y en Centro Nacional de Investigaciones del Café - CENICAFÉ lideran en el país el panorama de investigación básica del sector. Por otro lado, la Federación Nacional de Cafeteros y la empresa Penagos Hermanos, destacando la participación del ingeniero Alvaro Ardila Duarte, son las entidades con más patentes en los procesos de la cosecha y poscosecha del café. Tanto las patentes como las publicaciones científicas centran sus temáticas en desarrollo de mecanismos de despulpado, selección de grano maduro y remoción del mucílago con bajo impacto en recursos ambientales, en el desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales del lavado del café, en buenas prácticas productivas en el proceso de fermentación del café a partir de sus efectos en la calidad (sabor y aroma del café) y en la prevención de alteraciones en las plantas por plagas y enfermedades.

Brasil se posiciona actualmente como el país con mayor generación de investigación en materia de la cosecha y la poscosecha de café. Tal suceso, lo posiciona el mayor referente en términos del desarrollo agrícola cafetero. Acorde al análisis de literatura científica, a lo largo

de los subprocesos del beneficio del café es el país con el mayor número de publicaciones. Dichas publicaciones, concentran sus temáticas en dispositivos de recolección mecanizada de café, en el aprovechamiento de residuos del despulpado y de la remoción del mucílago en la producción de biocombustibles y fertilizantes, y en el incremento en la cantidad de café producido en la variedad robusta. La Universidad Federal de Lavras, la Universidad Federal de Vicosa y Empresa de Investigación Agropecuaria de Minas Gerais son sus entidades científicas más destacadas en investigación básica cafetera.

Por otro lado, para la investigación aplicada, el escenario lo lidera Alemania seguido de Estados Unidos. A partir del análisis de patentes, se pudo observar que la mayor cantidad de resultados de estos dos países fueron sobre *transformación* del producto final mediante máquinas para la preparación de café, desarrollo de cafés especiales y mejoramiento de propiedades organolépticas. Teniendo en cuenta lo anterior, y que Brasil, y en general Latinoamérica, concentra sus estudios principalmente en la cosecha y procesamiento del café, se puede explicar la diferencia presentada entre los países líderes en publicaciones científicas y patentes, considerando la diferencia del valor agregado a través de cada parte de la cadena productiva, en donde se presenta la transformación como el mayor aportante, y por lo tanto, el eslabón que genera mayores beneficios, lo que lo hace más atractivo para los países y entidades con grandes economías (El Tiempo, 2017).

Desde el punto de vista ambiental y sanitario, acorde a la literatura científica, Colombia se posiciona como un país líder en el control de enfermedades y plagas asociadas al café. Por tal motivo, replicar en el Magdalena Medio de Santander los avances obtenidos a lo largo del país resulta de gran utilidad ya que estos han sido validados en regiones cercanas con condiciones agrícolas similares garantizando el correcto mantenimiento y bienestar de sus cultivos.

Analizando el comportamiento de las publicaciones científicas y de patentes, se evidenció que predominan, para todos los subprocesos productivos, las tendencias de ahorro en el consumo de agua. Lo anterior se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para trabajar por un mundo mejor a 2030 (ONU, 2016). Específicamente, lo concluido desde el análisis se relaciona con los objetivos *Agua limpia y saneamiento*, y *Producción y consumo responsables*.

Las áreas temáticas más estudiadas en investigación básica cafetera son las relacionadas al *manejo ambiental y sostenibilidad*, al *manejo de la cosecha, poscosecha y transformación*, y al *manejo del sistema productivo*. Dicho panorama científico, demuestra los esfuerzos mundiales de los investigadores por el desarrollo de la mecanización agrícola a lo largo de la cadena, las tendencias de aprovechamiento y prevención ambiental en miras a la sostenibilidad del sector y a la capacitación técnica de la mano de obra inherente en los procesos del beneficio del café.

Existen áreas temáticas del Portal Siembra sin patentes relacionadas como lo son *Socioeconomía*, *inteligencia competitiva y desarrollo empresarial*, *Material de siembra y mejoramiento genético*, *Manejo sanitario y fitosanitario*, *Manejo de suelos y aguas*, *Sistemas de información*, *zonificación y georreferenciación*, y *Fisiología y reproducción animal*.; sin embargo, se puede observar que los artículos científicos hallados atienden a todas estas áreas temáticas. Esto puede significar que actualmente hay ámbitos de la agricultura cafetera, que si bien no han sido desarrollados tecnológicamente a través de invenciones, ya la comunidad científica habla de ellos y proponen nuevos horizontes para su desarrollo así como nuevas tendencias, mostrando su interés y posiblemente los primeros pasos para grandes avances a futuro. De los mencionados, se puede resaltar la participación significativa de las áreas de *Material de siembra y mejoramiento genético*, *Manejo sanitario y fitosanitario*, y *Manejo de suelos y aguas*, lo que permite especular acerca del posible enfoque tecnológico que tomará la agricultura en el mañana, ya sea por una necesidad identificada o por oportunidades encontradas en dichos ámbitos por científicos y entidades interesadas.

A partir del análisis de literatura y de patentes se puede ver que uno de los subprocesos productivos con menor cantidad de patentes es la *Recolección*. Este comportamiento evidencia

y reafirma el escenario encontrado en la investigación sobre necesidades del sector en Santander, en donde si bien se señala la cosecha y poscosecha como los procesos menos estudiados, la primera se identifica como pieza crítica y cuello de botella para la productividad, no tiene relevancia significativa en la investigación aplicada. Sin embargo, aunque se presenta este panorama para dicho eslabón, se obtuvo un resultado diferente para la *Selección* del fruto. Con un total de 75 familias de patentes, es el cuarto subproceso más relevante y esto puede suponer que los investigadores han intentado atender la necesidad de la recolección efectiva desde el enfoque en la selección del grano, en donde no se invierten tantos esfuerzos para la cosecha selectiva, pero sí en la clasificación posterior a esta, planteando así una alternativa de solución, posiblemente más sostenible, al problema principal.

Finalmente, se concluye, desde el análisis de literatura y patentes, que los esfuerzos más importantes en el mundo científico, aplicables a la realidad santandereana y orientados a la mejora de la cadena cafetera, se enfocan en la mecanización integral de los sistemas productivos, en el aprovechamiento de los residuos como nueva fuente de ingresos, en la reducción del impacto ambiental y en la generación de valor mediante la transformación del grano. Como principales referentes, y posibles candidatos para cooperaciones futuras de transferencia tecnológica, se encuentran países como Brasil y Alemania, con entidades como la Universidad Federal de Lavras y Kraft Foods. Cabe resaltar que Colombia también presenta importantes desarrollos para el sector cafetero a través de entidades como Penagos Hermanos y la Federación Nacional de Cafeteros.

5 Recomendaciones

Atendiendo las problemáticas del sector café en el Magdalena Medio de Santander en cuanto a la ineffectividad en la recolección, debido a la gran demanda de recursos y los escasos resultados obtenidos, se propone la investigación e implementación de tecnologías basadas en la cosecha y selección mecanizada por vibraciones multidireccionales (para incrementar la cantidad de granos recolectados) y colorímetros (para garantizar la selección del café maduro), respectivamente, así como el uso de dispositivos con extensiones elásticas aptos para las regiones montañosas de la región. En este orden de ideas, otra forma de combatir el problema anterior puede ser desde la implementación de máquinas despulpadoras que, en su primera etapa, permiten únicamente el paso de los granos maduros. Se puede tomar como referentes, las investigaciones llevadas a cabo por entidades como Penagos Hermanos (Colombia), la Universidad Federal de Lavras (Brasil) y Bartol Peresa (Bosnia-Herzegovina). Estas mejoras podrían solucionar los problemas actuales de desperdicios de granos sobremaduros o caídos al suelo por no ser arrancados a tiempo, la cantidad de mano de obra que se requiere y con la que no cuenta el campo (Portafolio, 2015), y la rentabilidad que puede generar la producción debido a sus menores costos, sin sacrificar la calidad del grano.

Ya que uno de los principales problemas con los que lidian los caficultores colombianos es la rentabilidad en el campo (Caracol, 2017), como estrategia de sostenibilidad ambiental y económica, se propone analizar la posibilidad de desarrollar unidades de negocio, desde universidades, entidades gubernamentales de desarrollo agrícola y el sector privado, relacionadas con el aprovechamiento de los subproductos y residuos del despulpado (pulpa o cáscara de café) y de la remoción del mucílago (mucílago), orientadas a la fabricación de fertilizantes y abonos, pectinas, resinas tipo urea-formol, combustibles fósiles como el biodiesel, el gas metano y el bioetanol, productos alimenticios como harina, vino, syrup y fibra

dietaria. Se recomienda tomar como referente las investigaciones cafeteras realizadas por entidades como la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (Brasil) y por investigadores como Andrés Ramírez Vélez (Colombia).

Se recomienda la implementación de tecnologías relacionadas optimización del uso de agua en los subprocesos de cosecha y poscosecha del café, específicamente en los procesos de remoción del mucílago y lavado. De esta manera, no solo se contribuye a la sostenibilidad económica y ambiental de las fincas, sino que también se satisfacen las necesidades de generación de un bajo impacto en los recursos hídricos. Adoptar tecnologías propuestas en países como Taiwan, Brasil y Colombia; donde aparecen entidades líderes como Lee Bing-Yang, la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais y Penagos Hermanos, respectivamente. Como ejemplo de estas se encuentran dispositivos que integran la fermentación y el lavado y que trabajan por acción de un centrifugador (ver detalles en la sección 3.3.4).

Se sugiere el uso de dispositivos de secado artificial basados en tecnologías como el secado por radiofrecuencias, ventiladores e intercambiadores de calor. Igualmente, se recomienda desde un punto de vista de sostenibilidad ambiental, que dichos dispositivos estén alimentados por biocombustibles o fuentes de energía renovable como la energía solar o eólica. Entre los principales desarrolladores de estas tecnologías se encuentran entidades como Procter & Gamble (Estados Unidos), General Foods (Estados Unidos) y BKT Bieger (Alemania).

Dado el posicionamiento de Brasil como el país con mayor número de investigaciones en cosecha y poscosecha cafetera, se recomienda para el Magdalena Medio de Santander, establecer lazos de cooperación tecnológica y académica con las principales entidades del país, como la Universidad Federal de Lavras, la Universidad Federal de Vicosa y Empresa de Investigación Agropecuaria de Minas Gerais las cuales son consideradas las instituciones más referentes en avances científicos en la cadena productiva del café.

Debido al desarrollo que también presenta Colombia en investigación de café, se pueden considerar entidades nacionales como referentes idóneos para el mejoramiento de la cadena productiva. Entidades como Penagos Hermanos, Cenicafé, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Caldas, se sugiere sean consultadas para establecer vínculos de transferencia de conocimiento y tecnologías cafeteras con el Magdalena Medio de Santander y así establecer estrategias de trabajo colaborativo que beneficien tanto al agro como a las entidades interesadas.

Posteriormente al proceso de modernización agrícola se sugiere que a mediano y largo plazo, desde el gobierno, la academia o incluso las fincas, se promueva el estudio de aquellas áreas sobre las que se concluyó que podrían ser los nuevos enfoques de la ciencia a futuro: *Material de siembra y mejoramiento genético, Manejo sanitario y fitosanitario, y Manejo de suelos y aguas*. Dar este paso, acertar y mantenerse significa no solo alcanzar la vanguardia tecnológica, sino también liderar el desarrollo agroindustrial a nivel mundial, planteando nuevos horizontes relacionados con la investigación aplicada y generación de conocimiento desde entidades públicas, privadas o directamente, las fincas agrícolas.

Para trabajos posteriores, se recomienda la realización de estudios prospectivos a 30 o 40 años en aras de dar una visión a largo plazo del camino a recorrer por el sector cafetero, planteando posibles escenarios a partir de la información del pasado y presente, y con estos determinar estrategias y acciones necesarias para alcanzar un horizonte próspero propuesto.

Referencias bibliográficas

- A.J.C. Trappey et al., A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0, *Adv. Eng. Informat.* (2016).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2016.11.007>
- Abbas, A., Zhang, L., & Khan, S. U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2013.12.006>
- Aristizábal, T. I. D., Oliveros, T. C. E., & Alvarez, M. F. (2003). Mechanical harvest of coffee applying circular and multidirectional vibrations. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 46(2), 205–209.
- Base de datos Scopus. (2013). Obtenido de <https://www.recursoescientificos.fecyt.es/licencias/productos-contratados/scopus>
- Batista, L. A., Guimarães, R. J., Pereira, F. J., Carvalho, G. R., & de Castro, E. M. (2010). Leaf anatomy and water potential in the coffee cultivars tolerance to water stress | Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. *Revista Ciencia Agronomica*, 41(3), 475–481.
- Batista, L. R., Chalfoun, S. M., Prado, G., Schwan, R. F., & Wheals, A. E. (2003). Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 85(3), 293–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00539-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00539-1)
- Batista, L. R., Chalfoun, S. M., Silva, C. F., Cirillo, M., Varga, E. A., & Schwan, R. F. (2009). Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food Control*, 20(9), 784–790. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.10.003>
- Borém, F. M., Coradi, P. C., Saath, R., & Oliveira, J. A. (2008). Quality of natural and washed coffee after drying on ground and with high temperature | Qualidade do café natural e

- despolpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. *Ciencia e Agrotecnologia*, 32(5), 1609–1615.
- Braga Jr., R. A., Dal Fabbro, I. M., Borem, F. M., Rabelo, G., Arizaga, R., Rabal, H. J., & Trivi, M. (2003). Assessment of Seed Viability by Laser Speckle Techniques. *Biosystems Engineering*, 86(3), 287–294. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.08.005>
- Britannica. (2011). General Foods Corporation. Obtenido en Diciembre 29, 2018, de <https://www.britannica.com/topic/General-Foods-Corporation>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2017). Clúster Café Santander. Obtenido en Abril 23, 2018, de <http://clustersantander.com/cluster-cafe/>
- Caracol. (2017). La poca rentabilidad es la mayor amenaza a la productividad del café: Roberto Vélez. Obtenido de http://caracol.com.co/emisora/2017/07/05/pereira/1499255141_671839.html
- Cassia, M. T., Da Silva, R. P., Chioderolli, C. A., Noronha, R. H. F., & Dos Santos, E. P. (2013). Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system | Qualidade da colheita mecanizada de café em sistema de plantio circular. *Ciencia Rural*, 43(1), 28–34. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000148>
- Coffee IQ. (2015). Mayores consumidores de café en el mundo (per capita). Obtenido en septiembre 17, 2018, de <http://www.coffeeiq.co/inforgrafia-Mayores-consumidores-de-cafe-en-el-mundo-per-capita/>
- Da Silva, F. M., De Souza, Z. M., De Figueiredo, C. A. P., Marques Jr., J., & Machado, R. V. (2007). Spatial variability of chemical attributes and productivity in the coffee cultivation | Variabilidade espacial de atributos químicos e de produtividade na cultura do café. *Ciencia Rural*, 37(2), 401–407.
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: A review. *Field Crops Research*, 86(2–3), 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.001>

- DaMatta, F. M., & Cochicho Ramalho, J. D. (2006). Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 55–81. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006>
- Díaz, M. (2014). Vigilancia tecnológica y prospectiva del vehículo eléctrico y tecnologías periféricas. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia - UNAL.
- Diessler, G. (2010). Las patentes como fuente de información para la innovación en entornos competitivos.
- Duarte, G. S., Pereira, A. A., & Farah, A. (2010). Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, 118(3), 851–855. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.042>
- El País. (2013). Estos son los cinco males que vive el sector cafetero en Colombia. Obtenido de <https://m.elpais.com.co/economia/estos-son-los-cinco-males-que-vive-el-sector-cafetero-en-colombia.html>
- El Tiempo. (2015). Sector cafetero se enfrenta a un grave problema. ¿Cuál es? Obtenido de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/DR-916599>
- El Tiempo. (2016). En Colombia, el café no tiene relevo generacional. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/problemas-en-sector-cafetero-en-colombia-33295>
- El Tiempo. (2017). Las tareas, retos y prioridades para sostener el negocio del café. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/retos-para-el-negocio-del-cafe-en-el-mundo-2017-108072>
- Elsevier. (2016). Scopus. Obtenido en enero 23, 2019, de <https://www.elsevier.com/es-mx/solutions/scopus>
- Europa Press. (2008). Procter & Gamble vende su negocio de café a JM Smucker por 2.138 millones en acciones. Obtenido en Diciembre 29, 2018, de

<https://www.europapress.es/economia/noticia-economia-empresas-procter-gamble-vende-negocio-cafe-jm-smucker-2138-millones-acciones-20080604175155.html>

Fabianne De Paulo, A., Evandro, •, Ribeiro, M. S., Geciane, •, & Porto, S. (2017). Mapping countries cooperation networks in photovoltaic technology development based on patent analysis. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2892-6>

Financiera del Desarrollo. (2014). El Diamante que cambiará el agro. Bucaramanga. Obtenido en Abril 23, 2018, de: <https://www.findeter.gov.co/descargar.php?idFile=213027>

Financiera del Desarrollo. (2016). Diamante Caribe y Santanderes de Colombia. Obtenido en Abril 23, 2018, de https://www.findeter.gov.co/publicaciones/diamante_caribe_pub

Fleisher, C., & Bensoussan, B. (2002). *Strategic and Competitive Analysis: Methods and Techniques for Analyzing Business Competition*. (Prentice Hall, Ed.) (1st ed.).

FNC. (2006). Buenas prácticas agrícolas para el café. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0349.pdf>

FNC. (2008). Descripción del proceso productivo y del beneficio del café guía tecnológica del cultivo. In *Guía ambiental para el sector cafetero* (Segunda ed). Obtenido de <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>

FNC. (2010). El cultivo. Obtenido en Diciembre 30, 2018, de http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cultivo/

FNC. (2014). El café de colombia. Obtenido en Agosto 17, 2018, de https://www.federaciondefcafeteros.org/particulares/es/nuestro_cafe/el_cafe_de_colombia/

FNC. (2017). Estadísticas históricas. Obtenido en Septiembre 17, 2018, de https://www.federaciondefcafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas/

- FoNC. (2015). Informe de la misión de estudios para la competitividad de la caficultura en Colombia. Obtenido en Agosto 17, 2018, de <http://www.urosario.edu.co/Mision-Cafetera/Archivos/Resumen-Ejecutivo-version-definitiva/>
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario. (2012). El momento del Agro. Obtenido en Abril 23, 2018, de <https://www.finagro.com.co/noticias/el-momento-del-agro>
- Fox, D. (1981). El proceso de investigación en educación (Vol. 8). Pamplona, España: Eunsa
- García, A. (2017). Estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva aplicado al cultivo y comercialización del durazno (*Prunus Persica* L) cv. amarillo jarillo en la provincia de Pamplona. Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
- Gobernación de Santander. (2015). Plan de Desarrollo Departamental. Obtenido en abril 23, 2018, de http://www.santander.gov.co/images/cooperacion/plan_de_desarrollo.pdf
- Gontijo, I., Dias Junior, M. S., Guimarães, P. T. G., & Araujo-Junior, C. F. (2009). Physical-hydric attributes of an oxisol from the cerrado region under coffee plantation as affected by the sampling position | Atributos físico-hídricos de um Latossolo de Cerrado em diferentes posições de amostragem na lavoura cafeeira. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 32(6), 2227–2234.
- Grimaldi, M., Cricelli, L., di Giovanni, M., & Rogo, F. (2015). The patent portfolio value analysis: A new framework to leverage patent information for strategic technology planning. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.10.013>
- Gui-Feng, L., Hua-Ping, S., & Xin-Ping, S. (2014). Visualizing and mapping the research on patents in information science and management science. *Malaysian Journal of Library & Information Science* (Vol. 19).

- Gutiérrez, Ángel; Maz, Alexander (2004). Cimentando un proyecto de investigación: la revisión de literatura. *Revista EMA*, 9(1), 20-37.
- INNOTECH. (2017). Proyecto Agrópolis. Obtenido en enero 28, 2019, de <http://www.innotec.com.co/agropolis/#section-features>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2017). Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta. Obtenido en abril 23, 2018, de <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta>
- LinkedIn. (2018). Fabio Trio. Obtenido en Diciembre 28, 2018, de <https://www.linkedin.com/in/fabio-trio-100670162/?originalSubdomain=ch>
- LinkedIn. (2018). Maria Velissariou. Obtenido en Diciembre 28, 2018, de <https://www.linkedin.com/in/maria-velissariou-phd/>
- Matheo Software. (2018). Matheo Patent: Busca, descarga y analiza información de patentes. Obtenido en Enero 22, 2019, de <https://www.matheo-software.com/es/matheo-patent/>
- Mehta, H., Dar, M. A., Kumar, R., & Chaturvedi, O. P. (2014). Agricultural patent analysis during 2005-2012 in India. *International Journal of Intellectual Property Management*. <https://doi.org/10.1504/IJIPM.2014.062788>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales. (2016). Base Agrícola EVA 2007-2016 (P). Obtenido en abril 23, 2018, de [http://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/attachments/930/Base Agrícola EVA 2007-2016 \(P\)_22_06_2017.xlsb](http://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/attachments/930/Base_Agrícola_EVA_2007-2016_(P)_22_06_2017.xlsb)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina (2015). Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica, VeIE: buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIE. Obtenido de <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043043.pdf>

- Neu, A.-K., Pleissner, D., Mehlmann, K., Schneider, R., Puerta-Quintero, G. I., & Venus, J. (2016). Fermentative utilization of coffee mucilage using *Bacillus coagulans* and investigation of down-stream processing of fermentation broth for optically pure l(+)-lactic acid production. *Bioresource Technology*, 211, 398–405. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.122>
- OCDE. (2016). La baja en el gasto público en I+D y los riesgos proteccionistas pueden representar una amenaza para la innovación, declara la OCDE. Obtenido de <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/la-baja-en-el-gasto-publico-en-i-d-y-los-riesgos-proteccionistas-pueden-representar-una-amenaza-para-la-innovacion-declara-la-ocde.htm>
- OMPI. (2013). Glosario de términos relativos a información y documentación en materia de propiedad industrial. Obtenido de <https://www.wipo.int/export/sites/www/standards/es/pdf/08-01-01.pdf>
- OMPI. (2018). Clasificación Internacional de Patentes. Obtenido en Enero 5, 2019, de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>
- OMPI. (2018). Reivindicar lo que importa: redactar reivindicaciones de patente con un claro propósito comercial. Obtenido en enero 23, 2019, de https://www.wipo.int/sme/es/documents/drafting_patent_claims.htm#reivin
- ONU. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved January 30, 2019, from <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Orozco, F. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M., & Roig, A. (1996). Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*, 22(1–2), 162–166. <https://doi.org/10.1007/BF00384449>
- OVTT. (2010). Conceptos útiles en vigilancia tecnológica. Retrieved September 16, 2018, from <https://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-conceptos>

- P&G. (2018). La compañía. Obtenido en Diciembre 29, 2018, de http://www.pg.com/es_LATAM/CO/compania-p-and-g.shtml
- Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., Brand, D., Mohan, R., & Roussos, S. (2000). Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochemical Engineering Journal*, 6(2), 153–162. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(00\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(00)00084-X)
- Partelli, F. L., Espindula, M. C., Marré, W. B., & Vieira, H. D. (2014). Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles | Acúmulo de matéria seca e macronutrientes em frutos de café conilon com diferentes épocas de maturação. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 38(1), 214–222. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100021>
- PECTIA. (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria del Café.
- Pereira, S. P., Bartholo, G. F., Baliza, D. P., Sobreira, F. M., & Guimarães, R. J. (2011). Growth, productivity and bienniality of coffee plants according to cultivation spacing | Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 46(2), 152–160. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200006>
- Portafolio. (2015). Sector cafetero se enfrenta a un grave problema. ¿Cuál es? Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/sector-cafetero-enfrenta-grave-problema-40414>
- Portafolio. (2017). EE. UU. entra como nuevo competidor del café colombiano. Obtenido en Diciembre 27, 2018, de <https://www.portafolio.co/negocios/ee-uu-producira-cafe-y-competira-con-colombia-502984>
- Portal Siembra. (2012). Tendencias de investigación básica y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao.

- Revista Alimentaria. (2017). Alemania, un país que consume más café que agua y cerveza. Obtenido en Diciembre 27, 2018, de <http://alimentaria.cacia.org/153-setiembre2017/alemania-pais-consume-mas-cafe-agua-cerveza/>
- Revista Dinero. (2010). Penagos Hermanos, en la ruta del café. Obtenido en Diciembre 28, 2018, de <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/penagos-hermanos-ruta-del-cafe/104336>
- Revista Semana. (2016). Juan Valdéz no consigue recolectores de café. Obtenido en octubre 10, 2018, de <https://www.semana.com/economia/articulo/juan-valdes-escases-de-recolectores-de-cafe/494027>
- Revista Dinero. (2018). Ranking de las empresas más innovadoras de Colombia en 2018. Obtenido en enero 30, 2019, de <https://www.dinero.com/edicion-impres/caratula/articulo/ranking-de-empresas-mas-innovadoras-de-colombia-en-2018/261002>
- Reyes, G. E. (2018). Baja participación del sector agrícola en la economía colombiana. Portafolio. Obtenido en abril 23, 2018, de <http://www.portafolio.co/economia/baja-participacion-del-sector-agricola-en-la-colombiana-513650>
- Ricketts, T. H., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., & Michener, C. D. (2004). Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(34), 12579–12582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0405147101>
- Roussos, S., de los Angeles Aquíhuatl, M., del Refugio Trejo-Hernández, M., Gaime Perraud, I., Favela, E., Ramakrishna, M., ... Viniegra-González, G. (1995). Biotechnological management of coffee pulp - isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 42(5), 756–762. <https://doi.org/10.1007/BF00171958>

- Salmones, D., Mata, G., & Waliszewski, K. N. (2005). Comparative culturing of *Pleurotus* spp. on coffee pulp and wheat straw: Biomass production and substrate biodegradation. *Bioresource Technology*, 96(5), 537–544. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.019>
- Schwan, R. F., & Wheals, A. E. (2004). The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 205–221. <https://doi.org/10.1080/10408690490464104>
- Shi, X., & Zhang, Q. (2018). Inbound open innovation and radical innovation capability: The moderating role of organizational inertia. *Journal of Organizational Change Management*, 31(3), 581–597. <https://doi.org/10.1108/JOCM-07-2017-0262>
- Silva, C. F., Schwan, R. F., Sousa Dias, E., & Wheals, A. E. (2000). Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. *International Journal of Food Microbiology*, 60(2–3), 251–260. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00315-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00315-9)
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., Castillo-Hernandez, J., & Caballero-Nieto, J. (2000). Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal Zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80(1–2), 61–69. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00134-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00134-1)
- Taniwaki, M. H., Pitt, J. I., Teixeira, A. A., & Iamanaka, B. T. (2003). The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. *International Journal of Food Microbiology*, 82(2), 173–179. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00310-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00310-0)
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. Advanced Management Research Centre (AMRC), Cranfield School of Management,

Cranfield University, Cranfield, MK43 0AL, UK.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

UNE - CTN 166 (I+D+i). Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i., Pub. L. No. UNE 166000:2011 (2015).

Valverde, U. Y., Nadeau, J. P., & Scaravetti, D. (2017). A new method for extracting knowledge de patents to inspire designers during the problem-solving phase. *Journal of Engineering Design*. <https://doi.org/10.1080/09544828.2017.1316361>

Villalta, J. (2015). Modelo de negocio alternativo para la producción y comercialización de cafés exóticos de alta calidad en el departamento de Santander. Bucaramanga, Colombia, Universidad Industrial de Santander

Yang, Z., Zhang, Z., Zhang, S., Wang, J., Lin, H., & Zeng, B. (2017). Patent Resumen Analysis on Chinese big Data. Obtenido de www.cnipsun.com/quick/quickSearc.do

Yu-Ching Tsai, Yu-Fen Huang, Jing-Tang Yang. Strategies for the development of offshore wind technology for far-east countries – A point of view de patent analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 60. 2016. Pages 182-194, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.102>

Zheng, J., Zhao, Z., Zhang, X., Huang, M. hsuan, & Chen, D. zen. (2014). Influences of counting methods on country rankings: A perspective de patent analysis. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1139-9>