

Estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada en el sector estratégico de la Palma de aceite en el
marco del proyecto Agrópolis MACTOR

Pedro Javier Martínez Suárez

Edward Danilo Gamboa Cáceres

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director:

Hugo Ernesto Martínez Ardila

Ph.D. en Ingeniería: Área gestión y desarrollo tecnológico

Codirector:

Luis Eduardo Becerra Ardila

MBA, Magíster en Administración de Empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi querida familia, en especial a mi madre y a mi padre por el apoyo incondicional, su sacrificio y esfuerzo que me ofrecieron a lo largo de mi camino. Gracias por la confianza depositada en mí y por la ayuda en la construcción de mi vida personal y profesional.

Pedro J. Martínez Suárez

*A mis padres por todo lo que me han dado,
por inculcarme a hacer las cosas siempre dando todo de mí para superar mis expectativas.*

*A mi hermana que me ha enseñado innumerables cosas,
haciéndome crecer de manera profesional.*

Edward Danilo Gamboa Cáceres

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por esta oportunidad de vida y profesión, a mis padres por su incansable soporte y aliento, a mis hermanas y a mi familia materna y paterna.

Agradezco a los maestros que me apoyaron en mi trayecto de aprendizaje personal, académico y profesional, a los promotores de este proyecto en especial al director y a los investigadores del grupo

INNOTECH.

Pedro J. Martínez Suárez

Antes que nada, quiero expresar mis agradecimientos a Dios, a mi familia y, en especial a Pedro (Romiro) Martínez, gran compañero en este proyecto.

A Hugo, por su gran gestión en la dirección del proyecto, a Leidy, Mónica y los demás miembros del grupo de investigación INNOTECH, por guiarnos de manera constante en el proyecto, en especial a Leidy, por su completa dedicación, ayudándonos a estructurar un buen documento.

A Anuar, Juan Camilo, a todos los compañeros de la pasantía de investigación.

A mis amigos, compañeros y profesores de la universidad, con los cuales aprendí muchísimas lecciones a partir de los éxitos y fracasos que compartieron conmigo.

Edward Danilo Gamboa Cáceres

Tabla de contenido

Introducción	20
1 Aspectos generales del proyecto de investigación.....	24
1.1 Planteamiento del problema	24
1.2 Objetivos	28
1.2.1 Objetivo General.....	28
1.2.2 Objetivos específicos.	28
1.3 Marco teórico.....	29
1.3.1 Vigilancia Tecnológica.	29
1.4 Marco conceptual.....	30
1.4.1 Áreas temáticas portal siembra.....	30
1.4.2 Palma de aceite.	32
1.4.2.1 Sector de la palma de aceite a nivel nacional e internacional.	32
1.4.2.2 Producción.....	33
1.4.2.2.1 Fase agrícola.....	34
1.4.2.2.2 Fase de transformación.	35
2 Desarrollo metodológico	37
2.1 Fase 1 - Revisión de literatura: métodos de identificación de tecnologías emergentes. ...	37
2.1.1 Revisión de literatura gris.	38
2.1.2 Selección de bases de datos y fuentes de información.....	39
2.1.3 Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda.....	39
2.1.4 Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad.	40

2.1.5	Inclusión de documentos relevantes y selección de la muestra.....	40
2.1.6	Análisis de los resúmenes e identificación de las tendencias.....	40
2.2	Fase 2 - Identificación de la demanda de I+D y Análisis de la literatura científica del sector estratégico de la palma de aceite.	41
2.2.1	Identificación de la demanda de I+D del sector estratégico de la palma de aceite.	41
2.2.1.1	Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Colombia.....	42
2.2.1.2	Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Santander.....	42
2.2.1.3	Reunión con el gerente de la empresa PRIAME S.A.S.	42
2.2.1.4	Categorización de las prioridades de los factores críticos.	43
2.2.2	Estado y tendencias científicas del sector estratégico de la palma de aceite.	43
2.2.2.1	Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda.....	44
2.2.2.2	Selección de bases de datos y software para análisis de información	44
2.2.2.3	Definición de criterios de análisis de comportamiento científico.	45
2.2.2.3.1	Dinámica de publicaciones a través del tiempo.	45
2.2.2.3.2	Dinámica de publicaciones científicas por área temática.	45
2.2.2.3.3	Países líderes en investigación básica.....	46
2.2.2.3.4	Investigadores líderes (autores).....	46
2.2.2.3.5	Instituciones líderes (entidades).	46
2.2.2.3.6	Publicaciones por tipo de documento.....	46
2.2.2.4	Panorama del conocimiento científico.....	47
2.3	Análisis de patentes en el sector estratégico de la palma de aceite.	47

2.3.1	Formulación de la estrategia de búsqueda.....	47
2.3.1.1	Selección de bases de datos y software para el análisis de información.....	47
2.3.1.2	Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda.....	48
2.3.1.3	Depuración a los resultados de las publicaciones científicas.....	49
2.3.2	Definición de criterios de análisis de comportamiento tecnológico.....	49
2.3.2.1	Número de patentes publicadas por año.....	50
2.3.2.2	Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).....	50
2.3.2.3	Número de Patentes publicadas y las palabras clave del resumen involucradas.....	50
2.3.2.4	Número de patentes publicadas y palabras clave del título involucradas.....	50
2.3.2.5	Países líderes en investigación.....	50
2.3.2.6	Inventores líderes (autores).....	51
2.3.2.7	Instituciones líderes (entidades).....	51
2.3.3	Panorama del conocimiento técnico.....	51
2.4	Elaboración del artículo científico de carácter publicable.....	52
3	Resultados.....	52
3.1	Revisión de literatura sobre métodos de identificación de tecnologías emergentes.....	53
3.1.1	Revisión de la literatura gris.....	53
3.1.2	Selección de bases de datos y fuentes de información.....	54
3.1.3	Prototipado y formulación ecuación de búsqueda.....	56
3.1.4	Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad.....	58
3.1.5	Inclusión de documentos relevantes y selección de la muestra.....	59
3.1.6	Análisis de los resúmenes e identificación de las tendencias.....	60
3.1.7	Comentarios finales a partir de los resultados obtenidos.....	65

3.2	Identificación de la demanda de I+D del sector estratégico de la palma de aceite	65
3.2.1	Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Colombia.....	66
3.2.2	Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Santander.....	67
3.2.3	Reunión con el gerente de Priame S.A.S.	68
3.2.4	Categorización de las prioridades de los factores críticos.	70
3.3	Estado y tendencias científicas del sector estratégico de la palma de aceite	71
3.3.1	Dinámica global de publicaciones científicas.	72
3.3.1.1	Dinámica de publicaciones a través del tiempo.....	73
3.3.1.2	Dinámica de publicaciones científicas por área temática.	74
3.3.1.3	Países líderes en investigación básica.....	75
3.3.1.4	Investigadores líderes (autores).....	76
3.3.1.5	Instituciones líderes (entidades).	77
3.3.2	Dinámica y tendencias a nivel nacional.	77
3.3.2.1	Dinámica de publicaciones en Colombia, a través del tiempo.....	78
3.3.2.2	Dinámica de publicaciones científicas en Colombia, por temática.	78
3.3.2.3	Investigadores líderes (autores) en Colombia.	79
3.3.2.4	Instituciones líderes (entidades) en Colombia.....	80
3.3.2.5	Investigación de palma de aceite en Colombia.	81
3.3.2.5.1	Grupos de investigación de la cadena productiva de palma de aceite en Colombia	81
3.3.2.5.2	Grupos de investigación de la cadena productiva de palma de aceite en Santander	83

3.3.3	Estado y tendencias científicas del factor de calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite.	88
3.3.3.1	Dinámica de publicaciones a través del tiempo.....	93
3.3.3.2	Dinámica de publicaciones científicas por área temática.	94
3.3.3.3	Países líderes en investigación básica.	94
3.3.3.4	Instituciones líderes (entidades) en investigación.	95
3.3.3.5	Investigadores líderes (autores).....	97
3.3.3.6	Dinámica de publicaciones por tipo de documento.	99
3.3.4	Panorama del conocimiento científico (temas más recurrentes).	100
3.4	Estado y tendencias tecnológicas del sector palma de aceite.....	103
3.4.1	Dinámica global de patentes.....	104
3.4.1.1	Dinámica de patentes a través del tiempo.	105
3.4.1.2	Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).	105
3.4.1.3	Palabras clave del resumen por número de patentes publicadas.	107
3.4.1.4	Palabras clave del título por número de patentes publicadas.	108
3.4.1.5	Países líderes en investigación.	109
3.4.1.6	Inventores líderes (autores).	110
3.4.1.7	Instituciones líderes (entidades).	111
3.4.2	Estado y tendencias técnicas y tecnológicas del factor de calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite.	111
3.4.2.1	Número de patentes publicadas por año.....	115
3.4.2.2	Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).	116
3.4.2.3	Países líderes en investigación aplicada al factor crítico.	117

3.4.2.4	Instituciones líderes (entidades y/o empresas apoderadas)	117
3.4.3	Panorama del conocimiento técnico.	118
3.5	Elaboración del artículo científico de carácter publicable	129
4	Conclusiones.....	130
5	Recomendaciones	135
	Referencias bibliográficas.....	138

Lista de Figuras

Figura 1. Metodología del proyecto	37
Figura 2. Etapas de la revisión de literatura de métodos de identificación de tecnologías emergentes.	38
Figura 3. Número de documentos publicados por año	74
Figura 4. Número de documentos publicados por área temática	75
Figura 5. Número de documentos publicados por país/región	76
Figura 6. Número de documentos publicados por autor	76
Figura 7. Número de documentos publicados por Entidad	77
Figura 8. Número de documentos publicados por año en Colombia	78
Figura 9. Número de documentos publicados por área temática en Colombia	79
Figura 10. Número de documentos publicados por autor en Colombia	80
Figura 11. Número de documentos publicados por Entidad en Colombia	81
Figura 12. Participación de los grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por región a nivel nacional	82
Figura 13. Grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por categoría según COLCIENCIAS	82
Figura 14. Número de grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por entidad en Colombia	83
Figura 15. Número de documentos publicados por año	93
Figura 16. Número de documentos publicados por Área temática	94
Figura 17. Número de documentos publicados por País/Región	95
Figura 18. Número de documentos publicados por Entidad	96
Figura 19. Número de documentos publicados por Autor	98
Figura 20. Número de documentos publicados por tipo de documento	99
Figura 21. Número de patentes publicadas por Año	105
Figura 22. Número de patentes publicadas por IPC 4 dígitos	106
Figura 23. Número de patentes publicadas por Abstract Keywords	107

Figura 24. Número de patentes publicadas por Keywords del título	108
Figura 25. Número de patentes publicadas por país aplicante	109
Figura 26. Número de patentes publicadas por Autor	110
Figura 27. Número de patentes publicadas por entidades aplicantes	111
Figura 28. Número de patentes publicadas por Año	115
Figura 29. Número de patentes publicadas por Clasificación Internacional de patentes (IPC 4 Dígitos)	116
Figura 30. Número de patentes publicadas por País aplicante	117
Figura 31. Número de patentes publicadas por Entidades aplicantes	118

Lista de Tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	23
Tabla 2. Palabras Clave	54
Tabla 3. Documentos relevantes encontrados en la literatura gris y bases de datos multidisciplinarias	55
Tabla 4. Estructura de la ecuación de búsqueda	57
Tabla 5. Criterios de inclusión, exclusión y calidad para el análisis de documentos	58
Tabla 6. Métodos de identificación de tecnologías emergentes	62
Tabla 7. Indicadores de focalización en el sector palma de aceite en Colombia	66
Tabla 8. Indicadores de focalización en el sector palma de aceite en Santander	68
Tabla 9. Prioridades del sector palmero en Santander según las temáticas críticas teniendo en cuenta la demanda y el desarrollo de proyectos de investigación	70
Tabla 10. Palabras clave encontradas en la literatura gris acerca de la palma de aceite	72
Tabla 11. Cantidad de documentos publicados en los últimos 10 años	74
Tabla 12. Grupos de investigación de la palma de aceite en Santander	84
Tabla 13. Palabras clave con respecto al factor identificado como crítico	88
Tabla 14. Criterios de inclusión, exclusión y calidad para el análisis de documentos	89
Tabla 15. Documentos relevantes en el eslabón crítico	90
Tabla 16. Entidades líderes, país y descripción	97
Tabla 17. Investigadores líderes, palabras clave e instituciones	98
Tabla 18. Tendencias tecnológicas en el eslabón crítico del sector de la palma de aceite en la investigación aplicada	112
Tabla 19. Tratamiento mediante el 1-MCP	120
Tabla 20. Método de procesamiento de racimos de fruta fresca	121
Tabla 21. Otros documentos de patente relevantes en el eslabón crítico	123

Lista de Apéndices

(Ver apéndices en la carpeta adjunta)

Apéndice A. Descripción del grupo de investigación

Apéndice B. Descripción del Proyecto de investigación Raíz

Apéndice C. Factores tratados por área temática

Apéndice D. Palabras clave para métodos de identificación de tecnologías emergentes obtenidas en la revisión

Apéndice E. Documentos Relevantes para métodos de identificación de tecnologías emergentes obtenidos en la literatura gris

Apéndice F. Trazabilidad de la Ecuación de Búsqueda para métodos de identificación de tecnologías emergentes

Apéndice G. Enumeración del total de documentos acerca de métodos de identificación de tecnologías emergentes encontrados en Scopus.

Apéndice H. Acta de reunión con gerente de PRIAME S.A.S

Apéndice I. Trazabilidad de la ecuación de búsqueda literatura científica del eslabón calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite

Apéndice J. Enumeración de documentos de la literatura científica palmera encontrados en Scopus

Apéndice K. Panorama del conocimiento científico

Apéndice L. Enumeración documentos de patentes encontrados del eslabón calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite

Apéndice M. Panorama del conocimiento técnico

Apéndice N. Artículo publicable

Resumen

TÍTULO: ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA APLICADO AL SECTOR ESTRATÉGICO DE LA PALMA DE ACEITE EN EL MARCO DEL PROYECTO AGRÓPOLIS MACTOR^{1*}

AUTORES: MARTÍNEZ SUÁREZ, Pedro Javier
GAMBOA CÁCERES, Edward Danilo^{**}

PALABRAS CLAVE: Vigilancia Tecnológica, Palma de aceite, Tecnologías Emergentes, Inocuidad, Calidad, Productos, Insumos, Agrópolis Mactor.

DESCRIPCIÓN: El sector palma de aceite en Colombia, específicamente en la región de Santander-Magdalena Medio, es representativo para el desarrollo económico y la agricultura de la región; sin embargo, actualmente, este sector presenta problemas que ponen en riesgo su sostenibilidad y competitividad respecto a otros sectores de la industria agrícola, ejemplo de estos está relacionado a inconvenientes en aspectos asociados con enfermedades y plagas durante la vida de la palma, el bajo nivel de eficiencia en cada uno de los eslabones, entre otros.

En este documento se presenta un estudio de vigilancia tecnológica que busca aportar a la mitigación de las problemáticas mencionadas, a partir de un análisis de la literatura científica y de patentes, que a su vez son aplicables a la región del Magdalena Medio Santandereano. Entre los hallazgos principales se encontró el crecimiento exponencial que ha tenido el sector en los últimos 10 años en materia de investigación científica (identificando a Malasia como el país líder en investigación de la palma de aceite a nivel global) principalmente en temas relacionados con: el estudio de nuevas tecnologías que ayudan a producir mejores plántulas desde la semilla y el vivero; métodos para un menor tiempo de germinación de semillas; tecnologías que permiten reconocer la maduración de los racimos de la palma y la eficiencia en el sistema productivo; técnicas para labores de poscosecha y de transporte de los frutos; métodos de compostaje de residuos, entre otros.

^{1*}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: MBA. Luis Eduardo Becerra Ardila.

Abstract

TITLE: TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE APPLIED TO THE STRATEGIC OIL PALM SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF THE AGRÓPOLIS MACTOR PROJECT ^{2*}

AUTHOR: MARTÍNEZ SUÁREZ, Pedro Javier
GAMBOA CÁCERES, Edward Danilo**

KEYWORDS: Technological Surveillance, Oil palm, Emerging Technologies, Safety, Quality, Products, Supplies, Agrópolis Mactor.

DESCRIPTION: The palm oil sector in Colombia, specifically in the region of Santander- Middle Magdalena Valley, is representative for the economic development and agriculture in the region; however, currently, this sector presents problems that may be at risk sustainability and competitiveness within the industry with respect to other sectors of the agricultural industry, an example of these is related to inconveniences associated with diseases and pests during the life of the palm, the low level of efficiency in each of the links, among others.

This document presents a study of technological surveillance that seeks to contribute to the mitigation of specific problems, based on an analysis of the scientific and patent literature, which in turn are requests to the Middle Magdalena Valley region in Santander. Among the main findings is the exponential growth that the sector has had in the last 10 years in the field of scientific research (identifying Malaysia as the leading country in oil palm research globally) mainly in topics related to: study of new technologies that help to produce better seedlings from the seed and the nursery; methods for a shorter seed germination time; technologies that allow to recognize the maturation of palm bunches and the efficiency in the production system; techniques for post-harvest work and transportation of the fruits; waste composting methods, among others.

² *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: MBA. Luis Eduardo Becerra Ardila.

Introducción

Con la llegada de la globalización y por consiguiente, la ejecución de medidas de apertura económica de mercados por parte de varios países en vías de desarrollo económico y tecnológico (Gómez A., 2016), en Colombia se abrió la necesidad de concentrar esfuerzos y recursos en diferentes sectores estratégicos en materia económica, tecnológica, de infraestructura, entre otros; a fin de fortalecer las acciones de competitividad tanto en las instituciones públicas como en el sector privado, encontrando en la investigación una posibilidad que puede apoyar la consecución de dicho objetivo (Minciencias, 2010).

De lo anterior, las organizaciones buscan consolidar su permanencia y competitividad, por ejemplo, a través de la generación continua de conocimiento e innovación a nivel tecnológico; sin embargo, aquellas carentes de este factor corren el riesgo de aumentar las probabilidades de fracasar ante los emergentes desafíos de la evolución tecnológica, es así que, frente a la urgencia de minimizar el efecto negativo de esta situación para las organizaciones que no poseen planes de acción eficaces con relación al rápido desarrollo tecnológico, aparece como herramienta de apoyo en términos de investigación, la vigilancia tecnológica (Gómez A., 2016), donde su aplicabilidad al sector agroindustrial ha sido interesante en el sentido de que hay una gran variedad de subsectores, que presentan una serie de necesidades que requieren ser cubiertas. En este sentido, la identificación de tecnologías emergentes como una de las ramas de la vigilancia tecnológica, busca promover el desarrollo de propuestas de innovación, así como la introducción de

herramientas y técnicas, que agreguen valor a cualquier sector de la economía de un territorio, líneas de productos de una empresa, entre otros casos (Jakobiak, 1991).

De esta manera, para lograr llevar a cabo un estudio de vigilancia tecnológica con resultados que contribuyan a la consecución de los objetivos orientados a impactar en el desarrollo económico de un sector o territorio, es fundamental la integración de recursos públicos junto a la inversión privada (Guaitero, 2011); en este aspecto destaca Brasil, ya que el gobierno ha ahondado esfuerzos con el objetivo de generar un aumento continuo de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) por parte del sector privado (OMPI, 2010) a través de una línea de crédito condicional para proyectos de inversión por 1500 millones de dólares (BID, 2017). En comparación con este país, Colombia presenta una desventaja en el mismo aspecto (Gómez A., 2016), de ahí se evidencia la necesidad de llevar a cabo procesos de vigilancia tecnológica, encaminados a contribuir con la mejora de la productividad (a partir de la identificación de soluciones de nivel técnico y tecnológico), especialmente en la agroindustria, debido a que representa uno de los pilares de la economía nacional donde se identifican retos asociados con la internacionalización de productos que son claves en las transacciones comerciales que se generan en el marco de los tratados que forman parte de la globalización (Gómez A., 2016).

De acuerdo con lo antes expuesto, y como aporte al desafío de promover soluciones tecnológicas que impacten en el desarrollo del sector agroindustrial, el presente trabajo de investigación trata sobre la vigilancia tecnológica³ en el sector estratégico de la palma de aceite, a través de métodos de identificación de tecnologías emergentes y análisis de patentes en temas

³ La vigilancia tecnológica es definida como una disciplina que tiene como fin llevar a cabo la búsqueda, observación y análisis (Jakobiak, 1991) de la información que permita tomar decisiones frente a las oportunidades, las fortalezas, las debilidades y amenazas, con respecto al área o tema en el que se esté incursionando.

asociados con la calidad e inocuidad de insumos y productos de la cadena; por otro lado, este trabajo ha apoyado a la consolidación de resultados de investigación generados en el marco del proyecto titulado “Diseño de un modelo de trabajo colaborativo entre actores del sector agropecuario para el desarrollo de la Agrópolis de Santander – Magdalena Medio” de la convocatoria 745 de Colciencias (ahora Minciencias), en su nombre corto Agrópolis MACTOR, el cual se concibió como una estrategia para contribuir al desarrollo competitivo de las regiones y al mejoramiento de la calidad de vida de la población, además de la identificación de tecnologías emergentes para potenciar el desarrollo regional, y al mismo tiempo con base en las mismas, llegar a contribuir al cierre de las brechas tecnológicas asociadas con los temas de investigación y desarrollo que existen en el sector agropecuario de Santander- Magdalena Medio.

En ese orden de ideas, este documento abarcó, inicialmente, un análisis sobre el tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes a partir de la información obtenida de las bases de datos científicas. Seguidamente se realizó un análisis de la cadena productiva de la palma de aceite para Colombia y la región de Santander - Magdalena Medio, con el fin de identificar los eslabones críticos de la cadena productiva a priorizar dentro del presente estudio de vigilancia. Finalmente, mediante un análisis de la literatura científica y de patentes, se identificaron las principales tendencias tecnológicas desarrolladas en el sector de la palma de aceite y el eslabón priorizado, a nivel mundial, que podrían tener aplicabilidad en la cadena productiva de la palma de aceite.

Con base en lo mencionado anteriormente, para la obtención de los resultados de la presente investigación, se utilizaron bases de datos especializadas y un software para análisis de información tecnológica, pudiéndose identificar los avances en materia de tecnologías emergentes asociadas con el sector estratégico de la palma de aceite.

Conforme a lo expuesto anteriormente, en la tabla 1 se presenta la relación de actividades que se desarrollaron con el propósito de dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados en este proyecto.

Tabla de cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos.

Objetivo	Cumplimiento
1. Elaborar una revisión de literatura sobre los métodos de identificación de tecnologías emergentes, 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 de la Palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i>), en el proyecto Agrópolis MACTOR.	3.3
3. Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado y las tendencias tecnológicas en el sector estratégico de la Palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i>), en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.	3.4
4. Elaborar un artículo publicable con base en los resultados obtenidos al culminar la pasantía de investigación.	3.5 - Apéndice N

1 Aspectos generales del proyecto de investigación

1.1 Planteamiento del problema

Dada la importancia atribuida al sector agrícola en Colombia, se encuentra como ideal la obtención de los recursos alimenticios para suplir las necesidades de sus habitantes en el menor tiempo posible; sin embargo, en el transcurso de los últimos años, este se ha transformado en un sector crítico en el sentido que los productores reducen aún más su cuota de participación en el mercado y a su vez las importaciones de productos agrícolas aumentan (Departamento Nacional De Planeación (DNP), Leibovich, & Estrada, 2011).

Para mejorar esta situación, en Colombia se identifica como una necesidad clave de ser satisfecha, desde un nivel político institucional, el establecimiento de medidas y objetivos orientados al desarrollo de un territorio competitivo, todo esto reflejado en estadísticas de producción, exportaciones y participación importante en el mercado, aprovechando ventajas tales como: poseer gran cantidad de tierras cultivables, aspecto que a 2015 representaba el 1,5% del total del territorio colombiano (Grupo Banco Mundial, 2015), mano de obra capacitada y estudios de productos representativos del territorio, no necesariamente con la mayor producción sino que permitan al país tener un posicionamiento en el mercado internacional en materia de exportaciones, tal es el caso de la palma de aceite para Colombia, línea productiva clave para la región de Santander. En este sentido, dentro de las problemáticas identificadas en la literatura gris que tratan

sobre la palma de aceite, se encontraron aspectos críticos que, desde la aplicación de actividades de vigilancia tecnológica, podrían llegar a ser mitigados, entre ellos se destacan: adaptación del suelo para la posterior siembra de la palma, la siembra, la fertilización y polinización de la palma, la identificación de vectores y su control, el control de la maleza dentro de los cultivos, las dificultades en la recolección de los racimos así como la poca disponibilidad de mano de obra para la cosecha de éstos, y finalmente, las diferentes pérdidas en la extracción del aceite de palma y el palmiste, que aumentan los costos de producción (Velayuthan, 1980).

Frente a este tema se encuentra que en otros países con menor porcentaje de territorio total cultivable, se ha optimizado la producción de palma de aceite a tal punto que en el intervalo de 1995 a 2015, la producción mundial de aceite de palma aumentó de 15,2 millones de toneladas a 62,6 millones de toneladas. Este volumen se produce principalmente en Indonesia (53%) y Malasia (32%) (European Palm Oil Alliance, 2017). En el panorama de Colombia, se tiene que en cuanto a la producción de la palma, se cosechan tres tipos: la palma amarga, la palma de aceite y la palma robelina. De ellas, el aceite de palma crudo de la palma de aceite es el producto más representativo en toneladas producidas en Colombia y en Santander, y en el año 2019 se encontró que alrededor de 1'630.414 de toneladas eran producidas a nivel nacional; y 192.095 toneladas eran producidas en Santander, abarcando un porcentaje de participación del 12,6% de la producción nacional (Fedepalma, 2019).

Por otro lado, durante los últimos años (especialmente en el intervalo de tiempo de 2012 a 2015), la economía santandereana ha presentado una tasa de crecimiento anual del Producto Interno Bruto (PIB) por encima del 5,5% superando la tasa promedio nacional calculada en 3,5% (Grupo Banco Mundial, 2015), lo que permite observar un panorama económico favorable del departamento de Santander, en cuanto a la ejecución de estrategias de innovación y desarrollo en

cada uno de los sectores productivos (Hermann & González, 2003), con respecto al resto del país, mientras que Leibovich y Estrada (2011) afirman que para Colombia “el crecimiento promedio anual de la producción y del área cultivada (de palma de aceite) entre 1996 y 2007 fueron, respectivamente, del 5,5% y 6,1%, convirtiéndolo en el cultivo exportable con mejor desempeño. La palmicultura generó 104 mil empleos directos e indirectos en 2006 y tuvo una participación dentro del PIB del 1,83%”. Así mismo se tiene que, en el año 2015 el área sembrada en palma de aceite creció 3,6% frente al año anterior; para el mismo período, la producción en aceite crudo de palma presentó un crecimiento aproximado al 15% (Fedepalma, 2016). Por consiguiente, desde la óptica departamental, Santander posee el potencial para hacer más viable la producción de palma de aceite, y una alternativa clave para lograrlo se encuentra en actividades de investigación (Comité Universidad Empresa Estado de Santander (CUEES), 2018), en donde se resaltan los procesos de la vigilancia tecnológica, que ayudan a generar conocimiento tanto de oportunidades de innovación y desarrollo competitivo, como de mitigación con respecto a posibles amenazas, de éstas últimas se toman como ejemplo: las enfermedades que afectan el cultivo, lo cual se hace visible por la “pudrición del cogollo y marchitez letal” de la palma (Rocha, 2007), y el mal estado fitosanitario de los cultivos debido a la presencia de plagas y a las debilidades del análisis y exploración del sector. En cuanto a debilidades en la generación de innovación y desarrollo se encuentra que un gran porcentaje de información (69%) con el que se cuenta acerca del sector palmicultor, proviene del gremio de palmicultores y de Cenipalma, y no de los centros de investigación de las instituciones académicas (Montoya y Hernández, 2009), haciendo visible la baja articulación de los diferentes actores que son parte del desarrollo de esta cadena productiva, lo que implica un desafío para lograr una mayor competitividad de la región a través de la integración de innovaciones tecnológicas a las actividades desarrolladas dentro del sector de la palma de aceite.

Por consiguiente, y con base en lo expuesto, surge el siguiente interrogante:

¿Qué métodos tecnológicos y/o tecnologías podrían ser aplicables en los procesos que intervienen en la cadena productiva de la palma de aceite, de tal forma que contribuyan con la generación de alternativas de desarrollo en materia económica, social, ambiental y de innovación?

1.2 Objetivos

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

1.2.2 Objetivos específicos.

1. Elaborar una revisión de literatura sobre los métodos de identificación de tecnologías emergentes, que permita identificar y analizar los temas más relevantes asociados a la Vigilancia Tecnológica.⁴
2. Realizar un análisis de la literatura científica, con el propósito de identificar el estado y las tendencias científicas en el sector estratégico de la Palma de aceite (*Elaeis guineensis*), en el proyecto Agrópolis MACTOR.
3. Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado y las tendencias tecnológicas en el sector estratégico de la Palma de aceite (*Elaeis guineensis*), en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.

⁴ El presente objetivo hace parte de un gran estado del arte que se está realizando junto con otros ocho proyectos complementarios que aportan al 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, de la convocatoria 745 de Colciencias.

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

1.3 Marco teórico

El marco teórico está compuesto, en primer lugar, por la contextualización del tema de la vigilancia tecnológica, seguido por áreas temáticas manejadas en el Portal Siembra y, por último, aspectos del sector de la palma de aceite y de las etapas que intervienen en su producción desde el vivero pasando por la digestión y extracción del aceite hasta su almacenamiento en tanques.

1.3.1 Vigilancia Tecnológica. Se puede definir como “el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial,(...) con el objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (Palop y Vicente, 1999), esta definición se encuentra reflejada en cuanto a metodología, en su ciclo de actividades o tareas clave, el cual hace alusión a la observación e identificación de los factores críticos de vigilancia; búsqueda y recolección de información científico-tecnológica mediante bases de datos bibliográficas y/o de patentes, metabuscadores, etc.; posteriormente el análisis de la información recolectada y la difusión de la misma; y finalmente, la toma de decisiones para lograr disminuir las amenazas, corregir las debilidades, optimizar las fortalezas y aprovechar al máximo las oportunidades (Rovira, 2008).

Otra definición muy bien aceptada es la que propone Patricio Morcillo (1997): “La Vigilancia Tecnológica consiste en analizar el comportamiento innovador de los competidores directos e indirectos, explorar todas las fuentes de información (Libros, bases de datos, patentes, etc.), examinar los productos existentes en el mercado (tecnología incorporada) y asistir a ferias y congresos para posicionarse respecto a los demás competidores y tomar así conocimiento de las competencias tecnológicas que predominarán en un futuro más o menos próximo. Todo ello sin perder de vista la capacidad tecnológica presente y la que estará en condiciones de desarrollar la empresa para enfrentarse a nuevos retos” (González, Gómez, & Muñoz, 2015).

Es así que la vigilancia tecnológica, puede ser entendida como el conjunto de actividades que buscan captar, analizar y difundir datos acerca de una situación en específico en el contexto económico, comercial, tecnológico, empresarial, etc., mediante distintas herramientas y fuentes, con el objetivo de ser utilizado para apoyar la toma de decisiones estratégicas de las partes interesadas.

1.4 Marco conceptual

1.4.1 Áreas temáticas portal siembra. Para enumerar las diferentes áreas temáticas que posee el portal siembra del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) del gobierno colombiano, primero se debe conocer acerca del concepto y el objetivo del Portal Siembra, una “plataforma de información para la gestión del conocimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación, (CTeT) del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria, (SVIA)” y su objetivo principal es

“gestionar conocimiento en CTel a partir de la recopilación, análisis integral, uso, divulgación y seguimiento de información generada de forma pertinente, continua y oportuna, para facilitar la toma de decisiones de los actores del SNIA.” (Minagricultura, 2018). Las áreas temáticas mencionadas en el portal siembra, se presentan a continuación:

- Manejo del sistema productivo.
- Manejo de suelos y aguas.
- Material de siembra y mejoramiento genético.
- Manejo sanitario y fitosanitario.
- Calidad e inocuidad de insumos y productos.
- Manejo cosecha, poscosecha y transformación.
- Alimentación y nutrición humana y animal.
- Sistemas de información, zonificación y georeferenciación.
- Fisiología y reproducción animal.
- Fisiología vegetal y nutrición.
- Manejo ambiental y sostenibilidad.
- Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación.
- Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial.
- Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales.

En el Apéndice C se encuentran descritas las áreas antes mencionadas, de una manera más detallada, con sus respectivos factores agrícolas y científicos.

1.4.2 Palma de aceite. A continuación, se muestran algunas características propias del sector de la palma de aceite a nivel nacional e internacional, la producción de la palma y las demandas de investigación priorizadas.

1.4.2.1 Sector de la palma de aceite a nivel nacional e internacional. A nivel mundial se producen 267,5 millones de toneladas (t) de frutos de palma que corresponden a 15.1 millones de hectáreas (ha) distribuidas en Asia (72,65 %), África (20,38 %) y Latinoamérica (5,9 %) (FAO, 2013). La producción mundial de aceites y grasas creció alrededor del 40% y la de aceite de palma 70% entre 2007 y 2016, alcanzando 214 y 64 millones de toneladas en 2016, respectivamente. En ese mismo año, los países de mayor producción de aceite de palma son Indonesia y Malasia, donde exportan 24,9 millones de toneladas y 17 millones de toneladas respectivamente, abarcando alrededor del 90% de las exportaciones de aceite de palma a nivel mundial (Comexpalma, 2019).

En el caso de las importaciones (en miles de toneladas) de aceite de palma a 2016, se encuentra como principal importador a India con 9200 (miles de t) seguido de China (5570 t), Pakistán (2600 t), Nigeria (1420 t), Estados Unidos (1260 t), Bangladesh (1330 t), Rusia (930 t), Egipto (810 t), Filipinas (800 t), Myanmar (800 t), Malasia (794 t), entre otros. Para el caso específico del consumo a nivel mundial con respecto al 2016, se registraron 62.370.000 toneladas, siendo el líder India con 9.540.000 (t), Indonesia 8.410.000 (t), China 5.600.000 (t) y Unión Europea 6.960.000 (t), entre otros (Comexpalma, 2019).

Por otro lado, el sector palmero en Colombia comprende las actividades y los procesos que intervienen en la cadena productiva de la palma de aceite, al igual que todos los involucrados en esta. (Fedepalma, 2011). La cadena productiva está conformada por: los productores de palma, las

extractoras de aceite de palma, las extractoras de aceite y los comercializadores. Este sector cuenta con la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma, cuya función es la de “generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo” (PECTIA, 2016).

A 2017, la producción de aceite de palma en Colombia para la agroindustria fue de 1.632.667 (t) revelando un crecimiento del 42% respecto a la cantidad de 1.146.200 (t) en 2016, presentando un balance positivo en, donde, la Zona Oriental produjo 724.000 (t), la Zona Norte 393.540 (t), la Zona central 476.25 (t) y la Zona Sur Occidental 33.750 (t) (Fedepalma, 2018).

Las exportaciones de aceite de palma de enero a junio de 2018 alcanzaron las 447.000 (t), siendo los principales países de destino México, Brasil, Países Bajos, Holanda y Alemania, entre otros. A junio de 2018, Colombia importó 153.000 toneladas de aceite de palma en bruto especialmente de Perú, Ecuador y Brasil (Fedepalma, 2018).

Finalmente, el consumo de aceite de palma en Colombia ascendió a 559.000 toneladas en el primer semestre de 2018, registrando un crecimiento de 7%, frente al mismo período de 2017. Este aumento en el consumo está asociado principalmente con la mayor participación de las importaciones, mientras que se registra una disminución de las ventas locales (Fedepalma, 2018).

1.4.2.2 Producción. El palmicultor sigue un proceso productivo comprendido por dos grandes fases (fase agrícola y fase de transformación) en una serie de pasos mostrados a continuación.

1.4.2.2.1 Fase agrícola. En primer lugar, la semilla germinada se lleva a una etapa de previvero donde son sembradas y permanecen de 2 a 3 meses antes de ser trasladadas a los viveros, transcurridos 6 ó 7 meses, se hace la selección cuidadosa de material en óptimas condiciones y se descarta el que presente rasgos anormales (Fedepalma, 2002). El suelo seleccionado debe cumplir con características notables a nivel topográfico y agroecológico para cualquier cultivo perenne, en este se realizan actividades de limpieza, nivelación, adecuación del terreno para el sistema de riego y drenaje, entre otros (Fedepalma, 2011); luego sigue la etapa de siembra en sitio definitivo, preferiblemente a inicios del período de lluvias, asegurando una densidad entre 143 plantas a 160 plantas por hectárea (InfoAgro, 2019).

Durante la etapa de desarrollo de la planta, con el objetivo de ayudar a retener humedad y conservar en lo posible la condición del suelo, se siembra una cobertura vegetal o arvenses (Fedepalma, 2002) siendo los más empleados: el Kudzú (*Pueraria phaseoloides Benth.*) y el “pegapega” (*Desmodium ovalifolium Wall.*), entre otros. Por otro lado, se realizan actividades de poda transcurridos tres años desde su siembra, de manera periódica y, en el caso de las palmas desarrolladas, se puede hacer el ejercicio hasta tres veces al año. Para el tema de riego, se sugiere un promedio de 5 mm de agua en el día con una frecuencia que oscila entre 10 y 30 días (Fedepalma, 2011). Adicionalmente, se ejecutan labores constantes de desyerbe o “plateo”, llevando a cabo la primera vez en el momento de la siembra (InfoAgro, 2019).

Se debe tener en cuenta que la palma logra un adecuado desarrollo mediante una fertilización efectiva; sin embargo, se hace necesario considerar los perjuicios causados por el ataque de plagas como *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (*Hemiptera: Tingidae*), *Stenoma cecropia* Meyrik (*Lepidoptera: Stenomidae*), *Strategus aloeus* L. (*Coleoptera: Scarabaeidae*), y enfermedades como Pudrición de Cogollo (*Phytophthora sp.*), Marchitez Sorpresiva y Pudrición del Estípite

(*Ganoderma sp*), entre otras (Fedepalma, 2002). Para el control de estas situaciones en el cultivo, se utilizan “sistemas de tratamientos físicos, mecánicos, químicos o biológicos” (Cenipalma, 2009) donde es tendencia “el uso de franjas, bordes o reservorios de plantas arbóreas nectaríferas y en el interior del cultivo plantas arvenses, sirviendo de albergue y fuente de alimento a los insectos y parasitoides benéficos” (Fedepalma, 2011).

Por último, la cosecha es realizada durante toda la vida productiva de la palma de aceite y está ajustada a criterios de madurez del fruto, fundamentales para la obtención de la calidad en el aceite. Los racimos son recolectados y trasladados el mismo día a la planta de beneficio, a través de canastillas y carretas hasta determinados sitios para pasarlos a remolques, volquetas o en canastas especiales por un sistema de cable-vía (Fedepalma, 2002).

1.4.2.2 Fase de transformación. La primera etapa es el proceso de extracción y esterilización donde se procede a cocinar los racimos y la fruta suelta al vapor, a una presión de 276 kPa⁵ alrededor de una hora, y que varía según las condiciones de la fruta y la disponibilidad de vapor. Los objetivos de la esterilización están enfocados en evitar posibles aumentos de los ácidos grasos libres, facilitar la separación mecánica para aflojar la fruta que aún se encuentre pegada al racimo, entre otros. Se verifica su calidad y madurez, estando el producto aún en la rampa de descarga donde el 80% de los racimos que llegan a ella deben estar en el nivel adecuado de madurez; del 20% restante no se sugiere volver a esterilizar los racimos duros, ya que se presentan

⁵ Pascal: Unidad internacional de medida de presión sobre un área concreta. Fuente: Carlos Prieto de Castro. Instituto de Matemáticas UNAM. Extraído de: <https://paginas.matem.unam.mx/cprieto/biografias-de-matematicos-p-t/220-pascal-blaise>

más pérdidas, debido a que las frutas están rotas desde la primera esterilización (Fedepalma, 2011).

La siguiente etapa del proceso es la separación o desgrane, cuyo objeto es apartar la fruta esterilizada (junto con sus hojas) de los raquis esterilizados, estos últimos se incineran y producen una ceniza que se emplea como fertilizante de potasa, más adelante se encuentra el proceso de digestión que consiste en revolver y calentar la fruta mediante vasijas y, de ahí, se pasa a la prensa. Los digestores se componen de “un eje rotativo vertical, con brazos de dirección, cuyo objeto es revolver y frotar la fruta, aflojando el mesocarpio de la nuez y abriendo simultáneamente tantas células de aceite como sea posible” (Fedepalma, 2002).

Después de someter la fruta a los procesos anteriores se da paso a la extracción del aceite en la prensa (prensa de tornillo) y a la clarificación, este último sucede por medio de una serie de fases desarrolladas cuando el aceite crudo que proviene de la prensa se diluye en ella o después de la extracción, en el tanque de aceite crudo, y se procede a la subsiguiente separación en el tanque continuo de sedimentación. “La composición adecuada del aceite crudo de la prensa de tornillo es alrededor de aceite 66%, agua 24% y 10% otros” (Fedepalma, 2011), de ahí, el sedimento del tanque continuo pasa a uno de sedimento y luego a un hidrociclón de extracción de arena y al tamiz vibrador o rotativo de sedimento, cuyo propósito es reducir el contenido de arena del sedimento para minimizar el desgaste de la centrífuga y el bloqueo de las boquillas aceptándose un contenido de arena de 0.06%. El aceite se separa en el tanque continuo de sedimentación y se transporta a un precalentador de aceite de palma, asegurando una alta temperatura del aceite para la centrífuga y el deshidratador de vacío. Se recomienda mantener una humedad final entre 0.10% y 0.25%. Por último, el aceite se decanta con el fin de separar los materiales sólidos gruesos presentes. Posteriormente, el aceite va en dirección hacia un tanque de producción, el cual recibe únicamente la producción para cada día. (Fedepalma, 2011).

2 Desarrollo metodológico

Se definieron y ejecutaron 4 fases presentadas en la figura 1, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos en este trabajo de investigación.

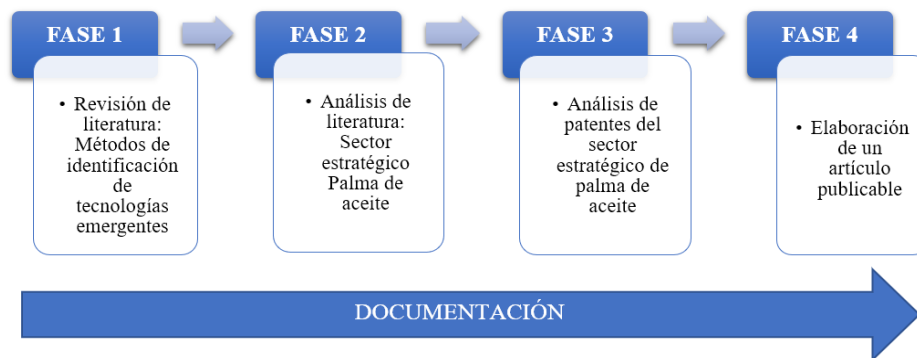


Figura 1. Metodología del proyecto.

2.1 Fase 1 - Revisión de literatura: métodos de identificación de tecnologías emergentes.

En la fase 1 se realizó la revisión y análisis de la literatura científica asociada con los métodos de identificación de tecnologías emergentes. Las etapas desarrolladas se evidencian en la figura 2 y se dan a conocer en los siguientes apartados.

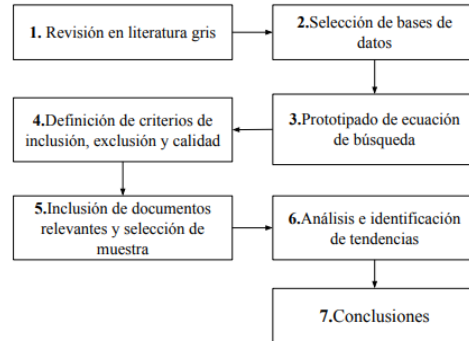


Figura 2. Etapas de la revisión de literatura de métodos de identificación de tecnologías emergentes.

2.1.1 Revisión de literatura gris. En el desarrollo de la búsqueda de literatura gris para realizar la revisión sobre la temática de “métodos de identificación de tecnologías emergentes” se utilizó principalmente el buscador de Google Scholar, a partir de este se identificó un listado de términos claves asociados al proyecto y sus diferentes sinónimos o thesaurus⁶, mostrados en la tabla 2 del apartado 3.1.1.

Posteriormente se realizó una búsqueda informal mediante la ecuación sencilla “Identification Emerging Technologies” en las bases de datos multidisciplinarias, que son proporcionadas mediante recursos electrónicos de la Universidad Industrial de Santander (UIS), (tales como: Scopus, Web of Science y ScienceDirect) y se obtuvieron documentos relacionados y relevantes en los que se identificaron las palabras clave o keywords, que aportaron a la investigación formal del tema. (Ver Apéndice D).

⁶ Se hace uso de la página web www.thesaurus.com para encontrar los sinónimos adecuados

2.1.2 Selección de bases de datos y fuentes de información. En asociación con el grupo de investigadores del proyecto Agrópolis MACTOR, el director y codirector del proyecto, se acordó realizar la búsqueda de literatura científica en la base de datos Scopus, debido a que posee diversidad de documentos en las diferentes áreas de investigación desde el año 1970 (Elsevier, 2018), y con base en búsquedas iniciales se encontró que tiene más afinidad con respecto al tema de tecnologías emergentes, frente a otros motores de búsqueda como Web of Science y Science Direct. Adicionalmente y debido a que en el desarrollo de búsqueda de literatura gris y en las diferentes bases de datos multidisciplinarias se encontraron documentos relevantes que aportaron a la temática, se decidió agregar algunos de ellos, estos se encuentran en la tabla 3 del apartado 3.1.2. (ver apéndice E).

2.1.3 Prototipado y formulación de la ecuación de búsqueda. Posteriormente se construyó la ecuación de búsqueda preliminar, la cual ejecutada haciendo uso de la base de datos Scopus, arrojó un resultado de 25,718 documentos (ver apéndice F), al ser esta tan amplia se implementaron unas mejoras en la ecuación, mediante palabras claves y el uso de los operadores booleanos tales como “AND” y “OR”, lo cual condujo a una nueva búsqueda con la ecuación modificada. Esto se ve reflejado en la tabla 4 en la sección 3.1.3.

Posteriormente se realizó el análisis bibliométrico teniendo en cuenta los siguientes indicadores: autores más citados, área del conocimiento con más publicaciones, países con más documentos publicados y tipos de documentos más frecuentes en la literatura.

2.1.4 Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad. La ecuación resultante, y presentada en el ítem 3.1.3 aportó precisión y detalle al tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes, aplicando a su vez como criterio de exclusión, el intervalo de tiempo de publicación, el cual ha sido desde el año 1999 (incluido) hasta el 2019. No se incluyó el término “Métodos” porque no aportaba gran diferencia e información en la búsqueda de documentos, además, se identificó que este se encuentra ya implícito en los artículos científicos a la hora de proponer la metodología de identificación de tecnologías emergentes. Es así que a manera de resumen y con asociación a los criterios que se tomaron en cuenta para la búsqueda y análisis de la literatura científica en las bases de datos multidisciplinarias se creó la tabla 5 (sección 3.1.4).

2.1.5 Inclusión de documentos relevantes y selección de la muestra. Posterior a la implementación de la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus se llevó a cabo una discusión con el grupo de investigadores de Agrópolis MACTOR y el director para determinar las características elementales de los documentos científicos encontrados que luego fueron tenidas en cuenta al llevar a cabo el filtrado de estos textos, de tal manera que se revisaron e incluyeron los documentos que se consideraron relevantes.

2.1.6 Análisis de los resúmenes e identificación de las tendencias. Con base en las actividades anteriores, y como resultado de las mismas, a continuación se analizaron los documentos revisados sobre el tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes, éstos

se encuentran en el apéndice G. Algunos de los métodos de identificación de dichas tecnologías son por ejemplo matrices de priorización con factores ponderados a partir de un proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en Inglés), el método DELPHI, entre otros.

2.2 Fase 2 - Identificación de la demanda de I+D y Análisis de la literatura científica del sector estratégico de la palma de aceite.

En esta fase, de forma inicial, se identificó el eslabón crítico de la cadena productiva de la palma de aceite con necesidades de vigilancia, y posteriormente se realizó un análisis de la literatura científica acerca del sector estratégico de la palma de aceite a nivel global y nacional así como un análisis de tendencias científicas sobre el eslabón productivo establecido como crítico en el sector.

2.2.1 Identificación de la demanda de I+D del sector estratégico de la palma de aceite. Como paso inicial para la vigilancia tecnológica de la palma de aceite, teniendo en cuenta el planteamiento del problema del presente proyecto, se establecieron los factores críticos de vigilancia en la cadena del sector mencionado, con el fin de determinar cuáles serían los eslabones productivos claves en términos de necesidades de investigación y desarrollo tecnológico.

De esta manera, se contempló la siguiente información:

- En primer lugar, se tiene que existen 26 demandas de investigación de la palma de aceite en Santander planteadas en el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector

Agropecuario Colombiano (PECTIA) de la palma de aceite (ver sección 3.2.2).

- Por otro lado, la información presentada en el Plan de Desarrollo Departamental 2016 - 2019 – PDD de Santander, incluye al sector de la palma dentro de aquellos priorizados para la región.
- Finalmente, la información identificada y organizada se validó con expertos del sector de la palma de aceite en el Magdalena Medio de Santander.

A continuación, se mencionan los aspectos que se tomaron en cuenta para determinar el eslabón crítico del sector, sobre el cual se haría la vigilancia tecnológica, estos son: (i) panorama de proyectos y demandas de investigación a nivel nacional y regional, y (ii) entrevista con el experto, el Ingeniero Diego Palacio (gerente de la empresa PRIAME S.A.S). La descripción de cada aspecto se presenta a continuación:

2.2.1.1 Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Colombia. A partir de los datos proporcionados del Portal Siembra, se estableció la distribución de los proyectos realizados y las demandas por cada área temática de palma de aceite a nivel nacional. Ver sección 3.2.1.

2.2.1.2 Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Santander. A partir de los datos proporcionados del Portal Siembra, se categorizó la cantidad de los proyectos realizados y las demandas por cada área temática de palma de aceite en Santander. Ver sección 3.2.2.

2.2.1.3 Reunión con el gerente de la empresa PRIAME S.A.S. Con el fin de otorgar la definición de los factores críticos desde un punto de vista práctico y cercano a la realidad del

del sector, se dio lugar la consulta a Diego Palacio, dueño de la empresa Proyectos en Ingeniería, ambiente y energía - PRIAME, con el objetivo de conocer desde la perspectiva de la industria, cuáles son las necesidades más importantes en materia del desarrollo tecnológico del sector en el Magdalena Medio de Santander. Ver resultados en sección 3.2.3.

2.2.1.4 Categorización de las prioridades de los factores críticos. Con base en la información recolectada, se procedió a realizar la clasificación de las prioridades de los eslabones críticos de la palma de aceite, que marcaron el enfoque de la presente investigación. Para dicha selección, se priorizaron desde la dirección del proyecto las 2 demandas a nivel Santander, concebidas como las más relevantes en la información recolectada, para lo cual cada una de ellas recibió un puntaje de 1 al 3 (tomando a 1 como alta prioridad, 3 como baja prioridad). Esta actividad se realizó con el fin de escoger el factor crítico de vigilancia tecnológica mediante la demanda de investigación más pertinente y relacionada con las necesidades de mejora y el desarrollo tecnológico en Santander, la cual está asociada con la calidad e inocuidad de los insumos y productos. Ver resultados en sección 3.2.4.

2.2.2 Estado y tendencias científicas del sector estratégico de la palma de aceite. Se procedió a realizar un análisis general del sector productivo de la palma de aceite a nivel mundial y nacional. A continuación, se expondrán los aspectos que soportaron la realización de esta etapa, entre los que se encuentran la definición de las palabras clave, la estructuración de la ecuación de búsqueda, la selección de base de datos y herramientas, para identificar tendencias en los diferentes años estudiados, entidades líderes de investigación, entre otros.

Por otro lado, se realizó el respectivo análisis del eslabón productivo identificado como crítico en el sector de la palma de aceite.

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 con los principales elementos y términos agrícolas, se procedió a especificar las principales palabras claves a considerar en la fijación de la ecuación de búsqueda.

En ese sentido, con el fin de facilitar y obtener los resultados más concluyentes en el ejercicio de la vigilancia, se empleó una única ecuación de búsqueda, obtenida de la siguiente manera: En el proceso de formulación de la ecuación, fueron descartadas y modificadas las palabras claves que se encontraron y que se fijaron (ver apéndice I). Es así que la ecuación resultante para el estado y tendencias científicas a nivel general es presentada en la sección 3.3.1. y para el eslabón crítico se expone en la sección 3.3.3.

A dicha ecuación, le ha sido aplicado un análisis bibliométrico, con el fin de identificar el comportamiento científico del factor crítico objeto de estudio.

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) presentando, además, resultados desde 1970.

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, esto quiere decir que, iterando en los diversos campos de búsqueda (resumen, palabras clave, entre otros) se llegaron a obtener resultados con temáticas diferentes a las priorizadas en los factores críticos de innovación y tecnologías.

2.2.2.3 Definición de criterios de análisis de comportamiento científico. A partir de la búsqueda de documentos en la base de datos Scopus, con la ecuación de búsqueda final, se abordó la dinámica que han seguido las publicaciones científicas alrededor del mundo, haciendo uso de su herramienta de análisis de estadísticas bibliométricas (publicaciones por año, publicaciones por autor, entidades líderes y áreas temáticas de Scopus), con el objeto de establecer la categorización de cada resultado acorde a su relación y pertinencia con los respectivos subprocesos de la cadena productiva de la palma de aceite, y de la clasificación de los resultados de acuerdo a las áreas temáticas propuestas en el Portal Siembra. Se describen a continuación cada una de las clasificaciones. (En la sección 3.3 correspondiente a los resultados del presente numeral, se podrá ver con más detalle la información).

2.2.2.3.1 Dinámica de publicaciones a través del tiempo. 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 con la calidad e inocuidad de los insumos y productos de la palma de aceite.

2.2.2.3.2 Dinámica de publicaciones científicas por área temática. Teniendo en cuenta las estadísticas de comportamiento bibliométrico de Scopus, se analizó el número de publicaciones por área temática en la base de datos, con el fin de indicar globalmente las principales áreas de

conocimiento a las que se asocian los resultados de la ecuación.

2.2.2.3.3 Países líderes en investigación básica. Por otro lado, se analizaron las publicaciones científicas por país con el fin de conocer aquellos en donde se realizan más publicaciones asociadas con el factor crítico identificado en el sector productivo de la palma de aceite.

2.2.2.3.4 Investigadores líderes (autores). El número de documentos que tiene un investigador permite apreciar su influencia en el mundo científico (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MinCiencias, 2016). Es por dicha razón que hacer un análisis de este factor resulta necesario si se quiere conocer cuáles son los principales representantes científicos, que de acuerdo con la búsqueda realizada y la base de datos seleccionada para esta labor, lideran la mayoría de los avances relacionados con la producción de palma de aceite a nivel global.

2.2.2.3.5 Instituciones líderes (entidades). Con base en la ecuación de búsqueda ejecutada, se identificaron las principales entidades científicas que actualmente lideran en publicaciones de investigación sobre la palma de aceite, con el fin de establecer aquellas que pueden llegar a ser tomadas como referente en temas investigación y desarrollo tecnológico para el Magdalena Medio de Santander.

2.2.2.3.6 Publicaciones por tipo de documento. A partir de la ecuación de búsqueda presentada en la sección 3.3.3, se visualiza el formato más utilizado por los autores para exponer sus hallazgos. Adicionalmente, se expresa claramente las diferentes formas para presentar los trabajos de investigación.

2.2.2.4 Panorama del conocimiento científico. Una vez identificado el eslabón crítico (expuesto de forma clara en el numeral 3.2) se procedió a analizar su estado actual en cuanto a estudios, avances y sus principales tendencias científicas en el sector de la palma de aceite. Se analizó puntualmente para cada etapa de la cadena productiva, cuales son los investigadores, entidades y países referentes (Ver sección 3.3.4).

2.3 Análisis de patentes en el sector estratégico de la palma de aceite.

Este análisis se dividió en una serie de etapas que mencionan las tendencias tecnológicas tanto generales del sector de la palma de aceite como del eslabón crítico identificado de calidad e inocuidad de insumos y productos (numeral 3.2) y son presentadas 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 se subdivide en las siguientes tres etapas:

2.3.1.1 Selección de bases de datos y software para el análisis de información. Se trabajó, en primer lugar con la base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) a través de la plataforma Espacenet, considerada como una organización dedicada a promover y fomentar la protección de la propiedad intelectual a nivel institucional. Además, su plataforma cuenta con información sobre patentes, investigadores y entidades de todo el mundo (192 estados miembros), permitiendo reducir la redundancia de datos presentada, en algunos casos,

en otras oficinas de patentes a nivel regional tales como la oficina de Estados Unidos (USPTO) o la europea (EPO) ya que Estados Unidos y la mayoría de países europeos son estados miembros de la OMPI (OMPI, 2018). Para acceder a la base de datos de la OMPI se recurrió al software Matheo Patent, provisto por el Grupo de investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento (INNOTEC).

Una vez obtenida la información proporcionada por la base de datos de la OMPI, se eligió el software para realizar el respectivo análisis de tendencias. Para este caso, se tomó Matheo Analyzer, provisto por el grupo de investigación INNOTEC y como herramienta complementaria a Microsoft Excel. El primero, permitió extraer los datos recolectados en Matheo Patent y generar información relacionada con tendencias bibliométricas. Por otra parte, las herramientas de las Hojas de Cálculo, se utilizó para realizar el registro ordenado de los resultados de acuerdo con las áreas temáticas preestablecidas por los investigadores (tomando como base los eslabones de la cadena productiva y la información de las áreas temáticas que se encontraron en el Portal Siembra, ítem 1.4.2), para su posterior análisis.

2.3.1.2 Definición de palabras clave y ecuación de búsqueda. A partir de los Factores Críticos de Vigilancia mencionados en la sección 3.2, así como la información encontrada en la consulta de literatura gris sobre términos relacionados con estos, se conocieron expresiones que permitieron mayor precisión en la ecuación y se definieron las clases del IPC más utilizadas en el sector y correspondientes al eslabón crítico. De esta manera, se presenta en el apéndice I la trazabilidad de la ecuación de búsqueda.

Después de estructurar la ecuación de búsqueda final, ésta se introdujo en el software de búsqueda de patentes, Matheo Patent, insertando información en las celdas designadas el *Título* y las clases *IP Class* definidas a partir de la ecuación de búsqueda, una vez obtenidos los resultados se descargaron en formato *.txt* y *.csv* de tal manera que pudiera ser manejado por Matheo Analyzer y las Hojas de cálculo de Google Drive o Microsoft Excel.

2.3.1.3 Depuración a los resultados de las publicaciones científicas. Posteriormente, se realizó el análisis y depuración de aproximadamente 20 patentes asociadas con el sector de la palma de aceite en el mundo y en Colombia; según se muestra en la sección 3.4.1; de este resultado 11 registros de patentes no se descargaron y tampoco se llegaron a depurar, debido a que estos no se encontraban disponibles en el software o presentaron otros conflictos distintos a: Patentes publicadas con lenguaje diferente al inglés y español, la antigüedad de la patente, entre otros.

2.3.2 Definición de criterios de análisis de comportamiento tecnológico. El estudio del comportamiento tecnológico se realizó a partir de las tendencias 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 mediante el uso de la Hojas de Cálculo. Los aspectos analizados con respecto al comportamiento de su aplicación, están dados según el tiempo, países, investigadores, aplicantes y áreas temáticas. Ver secciones 3.4.1 y 3.4.2.

2.3.2.1 *Número de patentes publicadas por año.* El análisis según el número de publicaciones por año permitió identificar el comportamiento de solicitudes de patentes de las tecnologías relacionadas con la búsqueda, a lo largo del tiempo y el crecimiento en número que estas han tenido.

2.3.2.2 *Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).* Las patentes se clasificaron según su tema abordado de acuerdo con 2 criterios: el IPC 4 de cada uno y el subproceso de la cadena productiva al que hacen referencia. Finalmente, la clasificación por IPC 4 permitió conocer, de manera general, las principales áreas tecnológicas involucradas en el desarrollo de patentes categorizadas y tratadas en los resultados, de acuerdo con la clasificación internacional de patentes.

2.3.2.3 *Número de Patentes publicadas y las palabras clave del resumen involucradas.* Las palabras clave del resumen dentro de las patentes encontradas, muestran en el documento de patente el interés de la generación de invenciones a partir de un producto en específico y/o sus aplicaciones. De acuerdo con lo anterior, este ítem relaciona la cantidad de patentes publicadas con respecto a las palabras claves del resumen encontradas.

2.3.2.4 *Número de patentes publicadas y palabras clave del título involucradas.* El número de patentes cuyos títulos poseen palabras clave en común dio lugar a indagar acerca de las tendencias que presentan las invenciones con respecto a las keywords más utilizadas.

2.3.2.5 *Países líderes en investigación.* Se analizaron las patentes por el país de registro y el país de origen de las entidades aplicantes, permitiendo clarificar la distribución de las patentes alrededor del mundo y el panorama de los países en donde se originan, en mayor medida, los que

son catalogados como avances tecnológicos para el sector de la palma.

2.3.2.6 Inventores líderes (autores). El número de patentes que tiene un inventor permite apreciar su influencia en el mundo de desarrollo tecnológico del sector. Lo anterior justifica hacer un análisis de este factor, lo cual resulta necesario si se quiere conocer acerca de aquellos inventores que lideran en número de avances tecnológicos relacionados con la producción de palma a nivel global. Esta información puede llegar a ser útil en un futuro, ya que soportaría la propuesta de estrategias enfocadas en lograr un acercamiento con otros investigadores con quienes se podrían realizar proyectos y alianzas.

2.3.2.7 Instituciones líderes (entidades). El último, pero no menos importante aspecto a analizar fue el de patentes por entidad aplicante, donde se pudo determinar las entidades referentes que más avances tecnológicos alrededor del mundo poseen; de ahí se pudo indagar cómo este fenómeno se ve reflejado en la realidad actual. Además, este conocimiento permitiría dar paso a posibles alianzas entre instituciones a futuro.

2.3.3 Panorama del conocimiento técnico. Con el fin de obtener mayor información precisa, a partir de los resultados obtenidos con base en la ejecución de la ecuación de búsqueda planteada, se procedió a realizar un análisis profundo desde el punto de vista de la calidad e inocuidad de los insumos y productos, respondiendo al tema que trata sobre las principales tendencias tecnológicas de la palma de aceite en la investigación aplicada a nivel global. Dichas

tendencias se asociaron con las áreas temáticas del Portal Siembra y los IPC 4 abordados. Los resultados se encuentran en la sección 3.4.3.

2.4 Elaboración del artículo científico de carácter publicable

Una vez ejecutadas las fases anteriores para llevar a cabo la vigilancia tecnológica en el sector productivo de la palma de aceite, se procedió a la redacción un artículo científico de carácter publicable, incorporando en él los siguientes aspectos: el objetivo del estudio, la metodología empleada para cumplir el objetivo mencionado, los resultados obtenidos en la investigación de la temática y finalmente las conclusiones acerca de los hallazgos.

3 Resultados

Con base en el desarrollo de la investigación científica, en esta sección se presentan los resultados obtenidos sobre: los métodos de identificación de tecnologías emergentes, del sector estratégico de la palma de aceite a nivel mundial y nacional, y el factor crítico identificado.

3.1 Revisión de literatura sobre métodos de identificación de tecnologías emergentes

En esta sección se presenta información relacionada con los siguientes ítems: (i) Revisión de la literatura gris, usada para identificar las palabras clave, los términos relacionados y los documentos relevantes, sobre el tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes, (ii) la selección de bases de datos y fuentes de información, que han soportado la realización de las actividades de búsqueda y recolección de datos, (iii) la formulación de la ecuación de búsqueda que sustenta los resultados del presente documento, (iv) la definición de los criterios de inclusión, exclusión y de calidad, utilizados para obtener los resultados de la información relacionada con la revisión de la literatura, (v) la inclusión de información relevante y selección de la muestra, (vi) el análisis de los resúmenes e identificación de las tendencias de métodos de identificación de tecnologías emergentes, y finalmente (vii) la propuesta de un conjunto de conclusiones asociadas con el análisis realizado a la información resultante.

3.1.1 Revisión de la literatura gris. Según lo descrito en la sección 2.1.1, se identificó un listado de términos clave asociados al proyecto, así como sus diferentes sinónimos o thesaurus⁷, éstos se presentan en la tabla 2.

⁷ Thesaurus: Nombre. Hace referencia a un libro de palabras o de información sobre algún campo o tema en particular. Se puede definir como libro de palabras y sus sinónimos. Consultado en: <https://www.dictionary.com/browse/thesaurus>

Tabla 2.
Palabras Clave.

Término en Español	Término en Inglés	Posibles Keywords/ Thesaurus
Método	Method	Method Methods Approach Arrangement Model
Identificación	Identifying	Identify Identifying Analyze Describe Determine
Tecnología	Technology	Technology Technologies Techno Automation Machinery
Emergente	Emergent	Emergent Emerge Emerging Appear Develop Arrive

3.1.2 Selección de bases de datos y fuentes de información. Con el objetivo de identificar una base de datos especializada que soportara el proceso de búsqueda de información, se realizaron pruebas de ecuaciones con los términos clave, éstas fueron Scopus, Web Of Science, Springer y Scielo (ver apéndice D). En ese sentido, y con el apoyo del grupo de investigadores del proyecto Agrópolis MACTOR, el director y codirector del proyecto, se acordó realizar la búsqueda de literatura científica en la base de datos Scopus, debido a que posee diversidad de documentos en las diferentes áreas de investigación desde el año 1970 (Elsevier, 2018) que están relacionadas

con el tema objeto de estudio del presente proyecto, es decir, en ella se identificó que existe más afinidad con respecto al tema de tecnologías emergentes, frente a las demás. Sumado a lo anterior, y teniendo en cuenta que en el desarrollo de búsqueda de literatura gris y en las diferentes bases de datos multidisciplinarias se encontraron documentos relevantes que aportan a la temática, se decidió agregar algunos de ellos, los cuales se encuentran en la tabla 3, así mismo se analizaron observando los autores, el resumen y el año de publicación (ver apéndice E).

Tabla 3.

Documentos relevantes encontrados en la literatura gris y bases de datos multidisciplinarias.

No.	Título	Autor(es) y año de publicación
1	Capitalizing on Emerging Technologies: A Path to Creating Opportunities in New Markets	Irene Spitsberg, Michael J. Verti, Sudhir Brahmandam, and George W. Coulston (2015)
2	Patent-based QFD framework development for identification of emerging technologies and related business model: A case of robot technology in Korea	Yonghan Ju, So Young Sohn (2014)
3	Identification of technology development trends based on subject-action-object analysis: The case of dye-sensitized solar cells	Xuefeng Wang, Pengjun Qiu, Donghua Zhu, Liliana Mitkova, Ming Lei, Alan L. Porter (2015)
4	Monitoring emerging technologies for technology planning using technical keyword based analysis from patent data	Junegak Joung, Kwangsoo Kim (2016)
5	Insights into relationships between disruptive technology/innovation and emerging technology: A bibliometric perspective	Munan Li, Alan L. Porter, Arho Suominen (2017)
6	Technological speciation as a source for emerging technologies. Using semantic patent analysis for the case of camera technology	Martin G. Moehrle, Hüseyin Caferoglu (2018)

Nota: Adaptado de Scopus y Web of Science. (2018)

Tabla 3. (continuación)

No.	Título	Autor(es) y año de publicación
7	Identifying and monitoring the development trends of emerging technologies using patent analysis and Twitter data mining: The case of perovskite solar cell technology	Xin Li, Qianqian Xie, Jiaojiao Jiang, Yuan Zhou, Lucheng Huang (2018)
8	What is an emerging technology?	Daniele Rotolo, Diana Hicks, Ben R. Martin (2015)
9	A consequences-based approach for the selection of relevant accident scenarios in emerging technologies	Valeria Casson Moreno, Anna Laura Garbetti, Sébastien Leveneur, Giacomo Antonionia (2018)
10	Commercialization of Emerging Technology: The Role of Academic Entrepreneur	Noorlizawati Abd Rahim, Zainai B. Mohamed, Astuty Amrin (2015)
11	Look Before You Leap: Market Opportunity Identification in Emerging Technology Firms	Marc Gruber, Ian C. MacMillan, James D. Thompson (2008)
12	Emerging technologies: quantitative identification and measurement	Susan Cozzens, Sonia Gatchair, Jai Lee, Jongseok Kang, Kyung-Sup Kim, Gonzalo Ordóñez, Alan Porter (2010)
13	Advanced sciences convergence based methods for surveillance of emerging trends in science, technology, and intelligence	Vaseashta, Ashok. (2014)
14	A novel method to identify emerging technologies using a semi-supervised topic clustering model: a case of 3D printing industry	Yuan Zhou, Heng Lin, Yufei Liu, Wei Ding (2019)

Nota: Adaptado de Scopus y Web of Science. (2018)

3.1.3 Prototipado y formulación ecuación de búsqueda. Haciendo uso de una ecuación de búsqueda estructurada mediante el uso de los términos claves mencionados anteriormente, y haciendo uso de la base de datos Scopus, se obtuvo un resultado de 25,718 documentos (ver Apéndice F), razón por la cual se implementaron mejoras en la ecuación, mediante

el ajuste de palabras claves y el uso de los operadores booleanos tales como “AND” y “OR”, lo cual condujo a una nueva búsqueda con base en la ecuación modificada. Esto se ve reflejado en la Tabla 4.

Tabla 4.
Estructura de la ecuación de búsqueda.

Operador	Palabras clave	Símbolos
	Identify	Identif*
OR	Emergent	Emerg*
OR	New	New*
AND	Disruptive	Disruptiv*
OR	Develop	Develop*
AND	Technology	Technol*

A partir de la Tabla 4, la ecuación de búsqueda que se estructuró para posteriormente aplicar criterios de inclusión, exclusión y calidad, a fin de obtener el listado de documentos definitivos sobre los que se realizó el análisis final de la literatura acerca de los métodos de identificación de tecnologías emergentes, fue la siguiente:

TITLE-ABS-KEY(("identify emerg* technol*") OR ("identify* new* technol*") OR ("identify* disruptiv* technol*") OR ("identify* technol* develop*"))*
AND PUBYEAR > 1998

3.1.4 Definición de criterios de inclusión, exclusión y calidad. La ecuación resultante, y presentada en el ítem 3.1.3 aportó precisión y detalle al tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes. Así mismo, se establecieron criterios de selección que se aplicaron a los documentos resultantes de la búsqueda, identificados en la literatura científica a través del uso de las bases de datos multidisciplinarias, estos son presentados en la tabla 5.

Tabla 5.
Criterios de inclusión, exclusión y calidad para el análisis de documentos.

<i>Criterio</i>	<i>Descripción</i>
<i>Inclusión</i>	1. <i>Documentos encontrados en la base de datos multidisciplinaria Scopus.</i>
	2. <i>Documentos encontrados en otras bases de datos multidisciplinarias con calidad suficiente acerca de la temática de investigación y aporte al análisis de la literatura.</i>
	3. <i>Principalmente documentos en idioma inglés y español.</i>
<i>Exclusión</i>	1. <i>Documentos anteriores al año 1999.</i>
	2. <i>Documentos de tipo reseña de conferencias y editoriales.</i>
	3. <i>Documentos en áreas de investigación como medicina, ciencias sociales, farmacología y economía.</i>
<i>Calidad</i>	1. <i>Los documentos usados para realizar el análisis de la literatura y así desarrollar adecuadamente la metodología deben estar publicados en revistas con reconocimiento, revisados por pares evaluadores.</i>

Una vez aplicados los criterios de inclusión, exclusión y calidad a los resultados de la ecuación de búsqueda, se obtuvo un total de 38 resultados. Es importante resaltar que se aplicó el criterio de exclusión relacionado con el intervalo de tiempo de publicación, el cual se tomó desde el año 1999

(incluido) hasta el 2019. En ese sentido, a partir de los resultados obtenidos, se llevó a cabo el análisis correspondiente a métodos de identificación de tecnologías emergentes, es así que a ecuación con los criterios aplicados, se puede ver a continuación:

TITLE-ABS-KEY(("identify emerg* technol*") OR ("identify* new* technol*") OR ("identify*disruptiv* technol*") OR ("identify* technol* develop*") AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "MEDI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NURS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PHAR")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "SOCI")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "ECON")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") AND PUBYEAR > 1998)))*

3.1.5 Inclusión de documentos relevantes y selección de la muestra. Posterior a la implementación de la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus se llegó a la conclusión, en conjunto con el grupo de investigadores de Agrópolis MACTOR y el director del presente proyecto, de revisar las principales partes de los documentos científicos encontrados, es decir, de atributos claves como: Título, Palabras Clave o Keywords planteadas por el/los autor/autores, y finalmente su resumen o abstract. Por problemas a la hora de descargar los documentos científicos, debido a que algunos están con acceso restringido y/o no se encuentran en las bases de datos adquiridas por la Universidad Industrial de Santander, se seleccionaron 23 documentos científicos completos, además de los 14 documentos relevantes que se consideraron anteriormente en la tabla 3, es decir, se realizó la revisión de un total de 37 publicaciones.

3.1.6 Análisis de los resúmenes e identificación de las tendencias. Con base en las actividades anteriores, y como resultado de las mismas, a continuación, se presenta el análisis de los documentos revisados sobre el tema de métodos de identificación de tecnologías emergentes, éstos se encuentran en el apéndice (G).

En ese sentido, se tiene que algunos de los métodos de identificación de dichas tecnologías son por ejemplo matrices de priorización con factores ponderados a partir de un proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en Inglés) que es definido como “una metodología para estructurar, validar y analizar las diferentes alternativas para reconocer las tecnologías emergentes más propensas a reemplazar otras tecnologías, solucionar problemas surgidos en la industria, faltantes de información, problemas sociales, entre otros, y también identificar factores como impacto social, económico, legal, etc., que tengan una ponderación de acuerdo a la situación a tratar” (Gómez et al., 2008). Estas tecnologías en desarrollo poseen cierto grado de incertidumbre por lo que se debe realizar una evaluación ya sea cualitativa (hecha por expertos en el tema) o cuantitativa (por medio de recolección de datos), esto con el fin de reconocerlas tempranamente y saber si su impacto llega a ser el óptimo requerido en el mercado y/o la industria. Por otro lado, y debido a motivos limitados de información, la complejidad de las tecnologías nuevas y el desarrollo tecnológico a gran escala, se encuentra que los expertos deben incurrir en algunas ocasiones en el uso de otras herramientas para conseguir los resultados cuantitativos en la identificación de tecnologías emergentes, un ejemplo de esto es el análisis de patentes, por medio de los cuales se obtiene información bibliográfica y datos descriptivos sobre las tecnologías, lo cual sirve como una fuente valiosa de información para poder generar estudios de innovación tecnológica, y además, mediante algunos índices de diferenciación, se puede llegar a realizar el análisis de las tecnologías crecientes más prometedoras (Song, Kim, & Lee, 2017).

No obstante, las bases de datos que contienen datos e información de patentes es restringida, lo que conlleva a que los documentos no pueden ser leídos con facilidad por cualquier lector o incluso, tal vez no se encuentra la información necesaria para el estudio de patentes, (Ma & Porter, 2015) propone un estudio empírico mediante el uso de una base de datos analítica de patentes indexada (Derwent World Patent Index, “DWPI”) de la compañía innovadora en investigación Clarivate Analytcs (desarrolladora de Web of Science y otros) que muestra las tendencias emergentes e innovadoras actuales, en el que incluye el índice de innovación Derwent (DII por sus siglas en Inglés) con el que las patentes son medidas y clasificadas en la base de datos indexada para identificar y/o analizar las tecnologías emergentes o perspectivas de desarrollo tecnológico, para una mejor toma de decisiones a la hora de reconocer las orientaciones de innovación relacionadas con el sector de interés, de esta manera; se pueden establecer planes de acción orientados al aprovechamiento de oportunidades de crecimiento y mitigación de posibles amenazas.

Además de estos métodos ya mencionados anteriormente, se encontró un tercero que propone la búsqueda e identificación de tecnologías disruptivas y consta de cuatro pasos: primero, se busca literatura asociada con tecnologías emergentes y se identifican sus componentes críticos; segundo, se buscan expertos en el área de cada uno de los componentes identificados en las diferentes tecnologías disruptivas encontradas; tercero, se convoca a los expertos a una reunión/taller o “Workshop” para promover o discutir las características de los componentes de dichas tecnologías; y por último, en el cuarto paso se realiza una hoja de ruta en donde se busca identificar el desarrollo de cada una de las tecnologías disruptivas encontradas. Mediante este método se proporciona un listado completo de todas las tecnologías disruptivas o emergentes, así como las “subtecnologías” apropiadas y necesarias para el desarrollo exitoso de las tecnologías disruptivas identificadas”

(Kostoff, Boylan, & Simons, 2004), en este caso se estaría hablando de aquellos activos complementarios que contribuyen al éxito relacionado con la adopción de tecnologías.

En la tabla 6 se encuentra un resumen de los diferentes métodos que se encontraron en la revisión de la literatura.

Tabla 6.

Métodos de identificación de tecnologías emergentes.

Nº	Método	Autor	Descripción	Trabajo publicado
1	Matriz Pugh	Pugh, Stuart (1991)	Este método es una matriz de carácter cualitativo, que consiste en enfrentar una tecnología/diseño/producto con las demás, evaluando diferentes criterios o parámetros, 1 si es positivo o mejor que la tecnología de referencia, -1 si es negativo o peor y 0 si no tienen diferencia.	Measuring the Datum or Pugh method's efficiency for selecting biomedical technology. Cruz, A., Presiga-Lucena, A., Rodriguez-Cortes I. (2009)
2	Proceso de análisis jerárquico (AHP)	Saaty T. (1980)	Este método se basa en el juicio de un experto de forma cualitativa, se usa para asignar ponderaciones a diferentes parámetros y para estructurar, validar y analizar las diferentes alternativas que buscan reconocer las tecnologías emergentes más propensas a reemplazar otras tecnologías, solucionar problemas surgidos en la industria, faltantes de información, problemas sociales, entre otros.	El Proceso Analítico Jerárquico (ahp) como método innovador en la toma de decisiones grupales. Rositas, J., Mendoza, J. (2013)
3	Indicadores de patentes	Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H. and Gerdri, P ; Lee, C., Kang, B.; Lee, S., Yoon, B. and Park, Y.	Existen varios métodos para el análisis de patentes, uno de ellos de carácter cuantitativo se basa en el uso de indicadores, lo que permite hacer un seguimiento de las patentes más innovadoras, las más citadas, etc. Los análisis que se realizan abarcan las tendencias generales de las patentes frente a las diversas tecnologías	Las patentes como indicadores de la innovación tecnológica en el sector agrario español y en su industria auxiliar. Rivas, R., Herruzo, C. Ministerio de Ciencia y Tecnología, España. (2000)

Nota: Adaptado de Scopus (2018)

Tabla 6. (continuación)

N°	Método	Autor	Descripción	Trabajo publicado
4	Metodología para la identificación de tecnologías emergentes basada en patentes	Song K., Kim K., Lee S., (2018)	Por medio de esta metodología de carácter cualitativo y/o cuantitativo se identifican tecnologías emergentes, esto es a través de la confrontación de un análisis retrospectivo de características tecnológicas y un análisis prospectivo de las necesidades del mercado	Identifying promising technologies using patents: A retrospective feature analysis and a prospective needs analysis on outlier patents. Song K., Kim K., Lee S. (2018)
5	Emerging Clusters Model	Breitzman A., Thomas P., (2015)	El modelo de clústeres emergentes es un método de carácter cuantitativo y utiliza una forma avanzada de análisis de citas de patentes en tiempo real, en donde se evalúa el impacto de las patentes en los desarrollos tecnológicos. La idea básica detrás del análisis de citas de patentes es que las patentes altamente citadas tienden a contener la información tecnológica de particular importancia.	The Emerging Clusters Model: A tool for identifying emerging technologies across multiple patent systems. Breitzman A., Thomas P. (2015)
6	Método DELPHI	Dalkney, N.; Helmer, O.(1948)	Método cualitativo que se basa en la obtención de información proveniente de experiencias y conocimientos de expertos en un área específica dentro de un debate en una mesa de diálogo.	Una aplicación práctica del método Delphi para la validación de una propuesta de Ingeniería Web.Torrecilla-Salinas, C., Troyer, O., Escalona, M.J., Mejías, M.(2017)
7	TechFARM	Norwich University Applied Research Institutes (NUARI)	TechFARM es una herramienta registrada por la NUARI y proporciona servicios de prospección tecnológica, evaluación y pronóstico de tecnología mediante la aplicación de un enfoque orientado al futuro que explota las metodologías analíticas, la investigación y el desarrollo. Esta herramienta trabaja analizando si existen fallas o una acción o estado no deseado.(Vaseashta, 2012)	Defense Threat Reduction Agency, US Department of Defense.(2010)

Nota: Adaptado de Scopus (2018)

Tabla 6. (continuación)

N°	Método	Autor	Descripción	Trabajo publicado
8	NESTTS	Norwich University Applied Research Institutes (NUARI)	NESTTS es una herramienta de vigilancia por la NUARI, esta proporciona seguimiento, análisis y proyección de tendencias nuevas y emergentes para proporcionar conciencia y medios para abordar un conjunto específico de problemas. Esta herramienta trabaja analizando si existen fallas o una acción o estado no deseado.	Defense Threat Reduction Agency, US Department of Defense.(2010)
9	ADAMS	Norwich University Applied Research Institutes (NUARI)	Esta herramienta utiliza varias herramientas de minería de datos automatizada para analizar, evaluar y determinar tendencias emergentes basadas en la calidad de las revistas, el reconocimiento de autores individuales, el reconocimiento internacional, la heurística y otras bases de datos para proporcionar información normalizada sobre tendencias y tecnologías emergentes. Esta herramienta trabaja analizando si existen fallas o una acción o estado no deseado.	Defense Threat Reduction Agency, US Department of Defense.(2010)
10	Análisis Cienciométrico	Spinak, E. (1998)	Este análisis se basa en indicadores acerca de diferentes factores científicos, en este caso se realiza mediante la productividad y creatividad de autores con el fin de identificar las tendencias y el crecimiento del conocimiento en las distintas disciplinas.	A study of scientometric methods to identify emerging technologies via modeling of milestones. Abercrombie, R., Udooyop, K., Schlicher, B. (2012)

Nota: Adaptado de Scopus (2018)

3.1.7 Comentarios finales a partir de los resultados obtenidos. Con relación a la información encontrada como resultado del proceso de búsqueda antes mencionado, se ha identificado que la mayoría de métodos de identificación de tecnologías emergentes requiere grandes cantidades de información literaria y/o científica para ejecutar los diferentes procedimientos en la identificación de las mismas, y por lo general, en este análisis de los datos, es necesario contar con un experto en el tema, por ejemplo en el ámbito de los ecosistemas biológicos es necesario contar con uno o varios expertos (Biólogos, Ingenieros, Químicos, entre otros.) para conciliar el desarrollo de las tecnologías emergentes dentro del área mencionada. Así mismo, se hace necesario demarcar los lineamientos que guíen tanto la búsqueda como el análisis de los resultados sobre los que se soporte la propuesta de un método orientado a identificar tecnologías que impacten en el desarrollo de un área, sector o campo de estudio.

3.2 Identificación de la demanda de I+D del sector estratégico de la palma de aceite

Según los indicadores de focalización⁸ de ciencia tecnología e innovación de la Investigación Agropecuaria, en el portal siembra del gobierno Colombiano se encuentra información acerca de los proyectos de investigación en el sector de la palma de aceite a nivel nacional y regional.

⁸ Mide el grado de concentración por áreas temáticas de las demandas y proyectos de investigación, con el fin de analizar la correspondencia entre las temáticas ofertadas por los desarrollos investigativos y las temáticas actualmente demandadas por las cadenas productivas del país. Fuente: www.siembra.gov.co

3.2.1 Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Colombia. La información de los indicadores de focalización en Colombia acerca de los proyectos de investigación y desarrollo⁹ frente a la demanda de investigación en las diferentes áreas temáticas presentes en la cadena productiva de la palma de aceite, se pueden corroborar en la tabla 7.

Tabla 7.

Indicadores de focalización en el sector palma de aceite en Colombia.

Nº	Área temática	Demanda	Proyectos I&D
1	Alimentación y nutrición humana y animal	131	679
2	Calidad e inocuidad de insumos y productos	458	140
3	Fisiología vegetal y nutrición	205	99
4	Fisiología y reproducción animal	52	172
5	Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	133	40
6	Manejo ambiental y sostenibilidad	391	72
7	Manejo cosecha, poscosecha y transformación	849	233
8	Manejo de suelos y aguas	372	132
9	Manejo del sistema productivo	623	391
10	Manejo sanitario y fitosanitario	521	522
11	Material de siembra y mejoramiento genético	589	567
12	Sistemas de información, zonificación y georeferenciación	323	69
13	Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	644	236
14	Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	451	186

Nota: Adaptado de Portal siembra, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017).

⁹ Proyectos de investigación reportados por universidades, centros de investigación, entidades públicas, empresas, gremios, ONG, asociaciones y otros. Fuente: <http://www.siembra.gov.co/Indicadores/Indicador/DetalleIndicador>

A continuación, se mencionan las áreas temáticas del portal siembra que necesitan investigación en el proceso productivo de la palma de aceite, especificando los proyectos y demandas:

-Manejo de la cosecha, poscosecha y transformación (con un total de demandas de 849 unidades frente a un factor de cantidad de proyectos de 233), presenta el mayor número de proyectos demandados sin cubrir a nivel nacional (**616**); en ese sentido, se identifica como el área que posee una mayor necesidad de investigación frente a las demás temáticas.

-La temática de manejo ambiental y la sostenibilidad, con un total de demandas de 391 unidades frente al factor de cantidad de proyectos de 72 (diferencia de **319**).

-La calidad e inocuidad de insumos y productos cuenta con un total de demandas de 458 unidades frente a un factor de proyectos de 140, es decir, registra **318** demandas sin cubrir .

3.2.2 Estado actual del panorama de proyectos ejecutados y demandas por área temática en Santander. A nivel regional (Santander), se encuentran los indicadores de focalización de investigación agropecuaria enfrentando las demandas de investigación que requiere el sector de la palma de aceite y el total de los proyectos de investigación realizados en cada eslabón del mencionado sector productivo, estos datos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8.

Indicadores de focalización en el sector palma de aceite en Santander.

N°	Área temática	Demanda	Proyectos I&D
1	Calidad e inocuidad de insumos y productos	2	0
2	Fisiología vegetal y nutrición	1	1
3	Manejo ambiental y sostenibilidad	2	1
4	Manejo cosecha, poscosecha y transformación	4	6
5	Manejo de suelos y aguas	2	1
6	Manejo del sistema productivo	2	1
7	Manejo sanitario y fitosanitario	4	3
8	Material de siembra y mejoramiento genético	5	7
9	Sistemas de información, zonificación y georeferenciación	3	1
10	Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	1	1

Nota: Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017).

En la tabla 8 se observa que los eslabones del sector productivo de la palma de aceite que tienen la mayor diferencia (2) entre proyectos de investigación y desarrollo, y la demanda son: Material de siembra y mejoramiento genético, sistemas de información, zonificación y georeferenciación, manejo de cosecha, poscosecha y transformación y, por último, calidad e inocuidad de insumos y productos.

3.2.3 Reunión con el gerente de Priame S.A.S. Priame S.A.S. dirigida y presidida por el ingeniero químico Diego Eleuterio Palacio Pérez, realiza proyectos en ingeniería, ambiente y energía con enfoque en plantas industriales extractoras de palma de aceite con experiencia en la

empresa Indupalma (Industrial Agraria La Palma Limitada), en proyecto desarrollados en Camerún y en la construcción de la planta para la empresa Aceites del Magdalena Medio, que es una empresa constituida por pequeños campesinos cultivadores de palma de aceite y cultivos de otras especies de plantas, hortalizas, animales de especies menores y piscicultura, que aseguran su soberanía alimentaria. Los agricultores están agrupados en asociaciones campesinas y comenzaron con un capital semilla para dar el paso a convertirse de cultivadores a industriales para poner valor agregado a sus cultivos y producir el aceite de palma y de palmiste, con la visión de producir aceites refinados y margarinas en el futuro.

Con respecto a la reunión con el ingeniero Diego, que se realizó el 29 de octubre del año 2018, se tiene que en esta se habló de todo el proceso productivo que se lleva a cabo en el sector de la palma de aceite, abordando el análisis desde la parte agrícola hasta la parte industrial extractora. También se trataron problemáticas que existen en el sector palmicultor tales como, en primer lugar, la necesidad de implementar la agricultura de precisión que se puede definir como un sistema moderno en el proceso productivo de la palma de aceite, el cual requiere emplear nuevas tecnologías para el análisis de información asociada con factores que afectan el cultivo, entre las que están el clima, el suelo, los agronómicos, las plagas y enfermedades, etc., además se tiene que el manejo sostenible de este sistema, tiende a incrementar los rendimientos y la calidad en los productos de la palma de aceite (Romero, 2008) en la parte agrícola. Otras problemáticas abordadas son: la pérdida de aceite y los inconvenientes de tipo financiero que se producen en las plantas extractoras de aceite de palma, y palmiste en la parte industrial. Ver apéndice H correspondiente al Acta de reunión con el gerente de Priame S.A.S

3.2.4 Categorización de las prioridades de los factores críticos. Una vez identificados tanto los valores de demandas de investigación y su respectiva cantidad total asociada a proyectos que se desarrollan en busca de satisfacerlas, como la opinión del ingeniero experto, se priorizaron los factores críticos de vigilancia y se clasificó para cada uno de los eslabones críticos el grado de necesidad en investigación (prioridad), específicamente en el departamento de Santander, esta organización se puede evidenciar a través de la tabla 9.

Tabla 9.

Prioridades del sector palmero en Santander según las temáticas críticas teniendo en cuenta la demanda y el desarrollo de proyectos de investigación.

N°	Criterio/Eslabón crítico	Demanda	Investigaciones	Diferencia	Prioridad
1	Sistemas de información, zonificación y georeferenciación	3	1	2	1
2	Manejo sanitario y fitosanitario	4	3	1	2
3	Manejo del sistema productivo	2	1	1	3
4	Manejo de suelos y aguas	2	1	1	3
5	Manejo ambiental y sostenibilidad	2	1	1	3
6	Calidad e inocuidad de insumos y productos	2	0	2	1

Nota: Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017)

En la Tabla 9, se describen las áreas temáticas frente a su demanda de investigación (columna “Demanda”) y el número de trabajos realizados en cada una de las áreas (“Investigaciones”), en la casilla “Diferencia” se refleja el valor de estudios faltantes para cubrir el total de la demanda, además de su prioridad según la diferencia entre demanda e investigaciones. En la columna de

prioridad se califica como 1 las de alta prioridad y 3 de baja prioridad; de acuerdo con la diferencia entre los valores de la demanda y la oferta de proyectos de investigación; cuánto mayor sea el número de la diferencia en uno o varios criterios, se consideran como criterio(s) de alta prioridad. Por consiguiente, se categorizan las áreas de calidad de inocuidad de insumos y productos y sistemas de información, zonificación y georeferenciación como de alta prioridad para investigar. De acuerdo con los datos anteriores, el proyecto Estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada en el sector estratégico de la Palma de aceite en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR, tomará en cuenta la priorización de estas áreas, y por lo tanto, se enfocará en el área temática de investigación de la **calidad e inocuidad de insumos y productos**, esto por tener un alcance a lo largo de la cadena productiva, además de contar con un número nulo de investigaciones que existe en Santander frente a la demanda de investigación tecnológica y científica necesaria que existe en dicho eslabón crítico; igualmente, la decisión se encuentra soportada con lo tratado en la reunión con el experto y tomando en cuenta las recomendaciones de la dirección del proyecto, en la búsqueda de mitigar las necesidades asociadas a este factor crítico seleccionado y con el fin de consolidar estrategias científicas y técnicas para el desarrollo en materia económica, social, ambiental y de innovación. Se dejan abiertos los otros eslabones críticos a futuras investigaciones en el sector productivo de la palma de aceite.

3.3 Estado y tendencias científicas del sector estratégico de la palma de aceite

En este apartado se encuentra un análisis científico acerca de las publicaciones realizadas en el sector palma de aceite a nivel general, a nivel nacional y posteriormente el análisis del eslabón productivo identificado como crítico para Santander.

3.3.1 Dinámica global de publicaciones científicas. En este apartado se realiza un análisis general del sector productivo de la palma de aceite a nivel mundial, que conlleva a un resultado en donde se especifica el estado del arte y las tendencias científicas que se generan en dicho sector. Para la realización de este análisis se creó una ecuación de búsqueda general, soportada en la identificación de palabras clave en la literatura gris, para ser ejecutada haciendo uso de la base de datos multidisciplinaria Scopus. Estas palabras clave identificadas se encuentran en la tabla 10.

Tabla 10.

Palabras clave encontradas en la literatura gris acerca de la palma de aceite.

Término Español	Término Inglés	Término a utilizar	Término Científico	Ecuación generada
Palma	Palm	Palm	<i>Elaeis guineensis</i>	"Oil Palm*" OR "Elaeis guineensis"
Aceite	oil	oil		

Introduciendo la ecuación "Oil Palm*" OR "Elaeis guineensis" en la base de datos multidisciplinaria scopus se muestra que existen 10,181 documentos relacionados con palma de aceite. Posteriormente, se identifican áreas temáticas incompatibles con respecto a la agroindustria, por lo que se procede a aplicar criterios de selección de información, para identificar aquella que soportara la estructuración de una ecuación orientada hacia temas relevantes y/o cercanos a temas de agricultura, tales como las siguientes áreas: ciencias medioambientales, biología, microbiología, bioquímica, biología molecular, entre otros, o de industria, por ejemplo, ingeniería en general, ingeniería química, ciencia de materiales y otros.

A partir de lo anterior, se obtuvo la siguiente ecuación de búsqueda:

TITLE-ABS-KEY (" Oil Palm" OR "Elaeis guineensis") AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT"))*

Finalmente al aplicar los filtros enfocados al tema de la presente investigación se obtuvo un total de 9,264 documentos, siendo este conjunto de resultados sobre los que se procede a realizar el posterior análisis presentado en los siguientes ítems.

3.3.1.1 Dinámica de publicaciones a través del tiempo. En la figura 3, se aprecia la dinámica global de publicaciones acerca de la palma de aceite en la que se se identifica que el primer documento publicado (según registros existente en la base de datos scopus) sobre la temática de la palma de aceite fue en el año 1909, así mismo se logra observar que a lo largo del tiempo ha ido incrementando el número de publicaciones científicas, llegando a ser más notablemente después del año 2000.



Figura 3. Número de documentos publicados por año.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

Además, se observa en la tabla 11 un incremento año tras año, en los últimos 10 años llegando a un tope máximo de 1,033 documentos en el año 2018 y de 981 documentos en el año 2019.

Tabla 11.

Cantidad de documentos publicados en los últimos 10 años.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cantidad de documentos	344	500	475	610	710	688	775	896	1033	981

Nota: Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.1.2 Dinámica de publicaciones científicas por área temática. En la figura 4, se muestra la representación de la cantidad de documentos publicados por área temática a nivel global, de los cuales se destaca el área de Ciencias Biológicas y de Agricultura teniendo un mayor número de publicaciones científicas (con 4,086 documentos) en comparación con la segunda área temática denominada Ciencias Medioambientales (con 2,403 documentos).

Documentos por Área temática

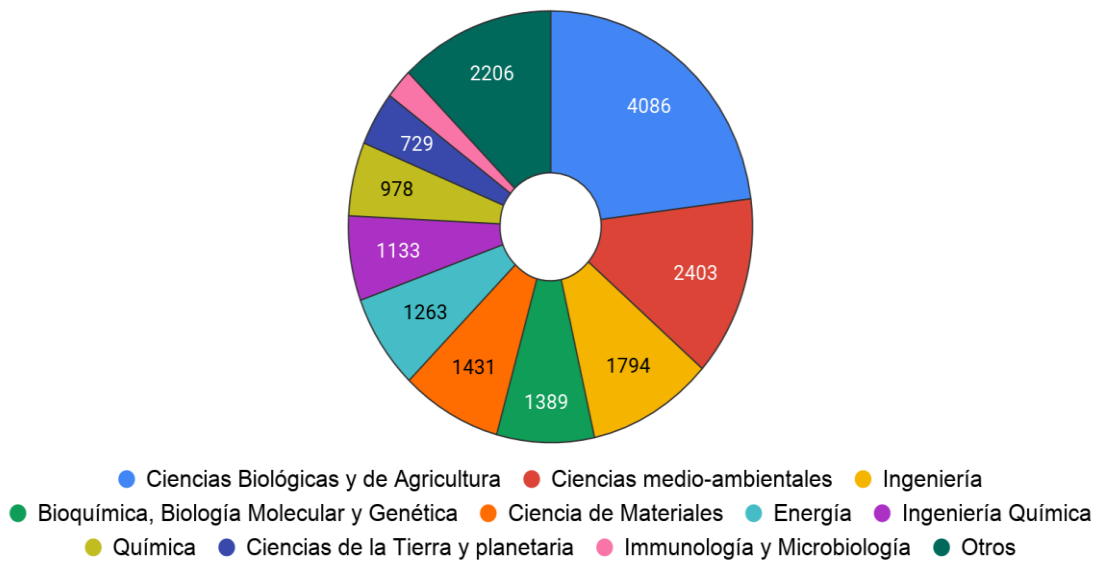


Figura 4. Número de documentos publicados por área temática.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.1.3 Países líderes en investigación básica. A partir de la figura 5, se evidencia que el país líder en publicación de documentos es Malasia, presentando una gran diferencia con respecto a Indonesia, el cual ocupa la segunda casilla en cuanto a número de publicaciones. Lo anterior puede atribuirse al hecho de que estos dos países hacia el año 2015 llegaron a abarcar más del 80% de la producción mundial de palma de aceite, según datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹⁰.

¹⁰ Datos estadísticos obtenidos en la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), FAOSTAT. Fuente: <http://www.fao.org/faostat/es/#home>

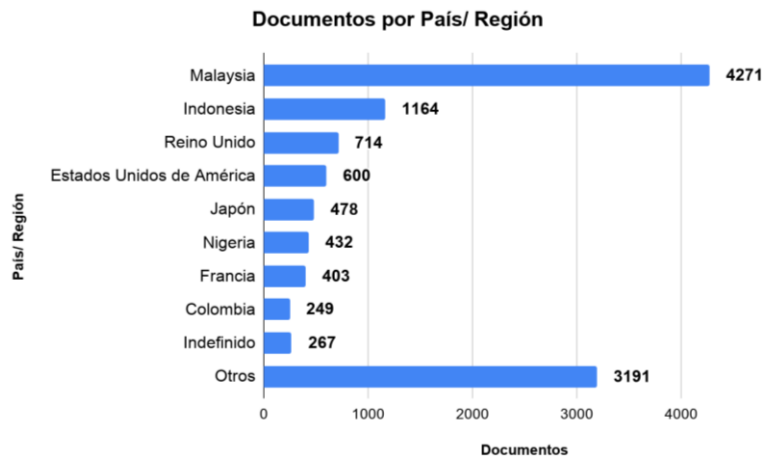


Figura 5. Número de documentos publicados por país/región.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.1.4 Investigadores líderes (autores). De acuerdo con la figura 6, los investigadores destacados en cuanto al número de documentos publicados son Hassan ([Universiti Putra Malaysia](#)) con 89 documentos, 8 más que Hashim ([Universiti Sains Malaysia](#)), 14 más que Sulaiman ([Universiti Sains Malaysia](#)) y 15 más que Abdul Khalil ([Universiti Sains Malaysia](#)). Con base en lo anterior, se podría decir que los autores anteriormente mencionados son expertos en temas relacionados con el sector de la palma de aceite, en el conjunto de documentos de la búsqueda.

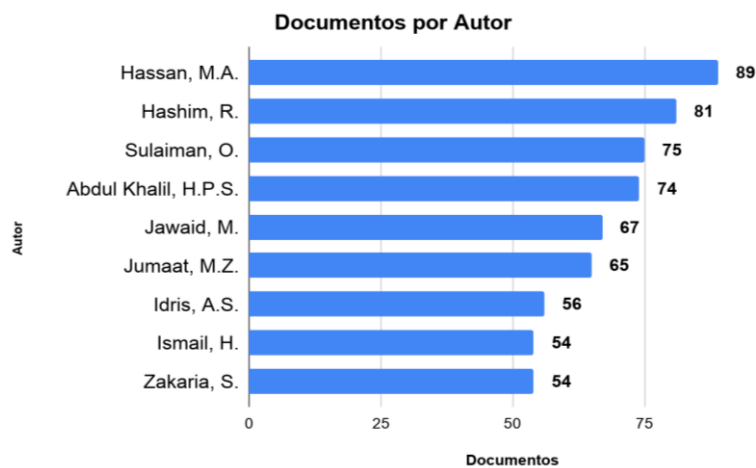


Figura 6. Número de documentos publicados por autor.

Adaptado de: Base de Datos Scopus (2018)

3.3.1.5 Instituciones líderes (entidades). A partir de la Figura 7, se evidencia principalmente que, las instituciones de Malasia son las que en su gran mayoría han colaborado directamente con investigaciones asociadas al sector de la palma de aceite, entre ellas se destacan la Universiti Putra Malaysia con 1,235 documentos, seguido de la Universiti Sains Malaysia con 691 y, en tercer lugar, la Malaysian Palm Oil Board que ha participado con 573 documentos.

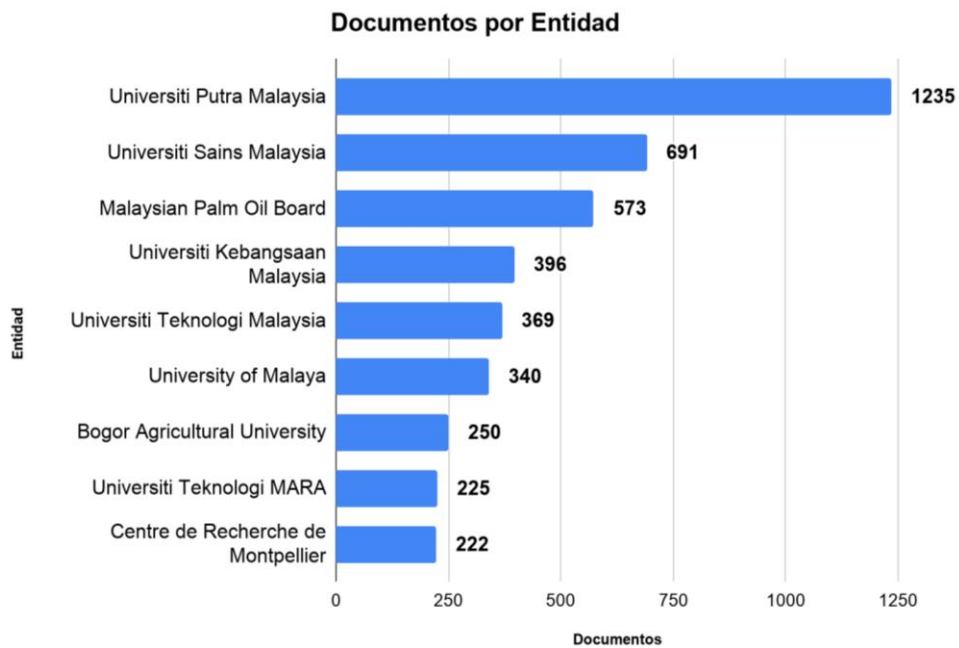


Figura 7. Número de documentos publicados por Entidad.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.2 Dinámica y tendencias a nivel nacional. Posteriormente al análisis general sobre el sector productivo de la palma de aceite global, se examina su estado en el ámbito nacional, con respecto a las publicaciones científicas en este sector.

3.3.2.1 Dinámica de publicaciones en Colombia, a través del tiempo. Como primera instancia se observa que la cantidad de publicaciones que se generaron a nivel nacional (entre 1998 y 2019) fue de 249 documentos y en la figura 8, se muestra la cantidad de documentos publicados en su respectivo año, haciéndose evidente un rápido crecimiento entre 2009 y 2014, llegando a su pico máximo en el 2019 con 37 publicaciones sobre el sector de palma de aceite.

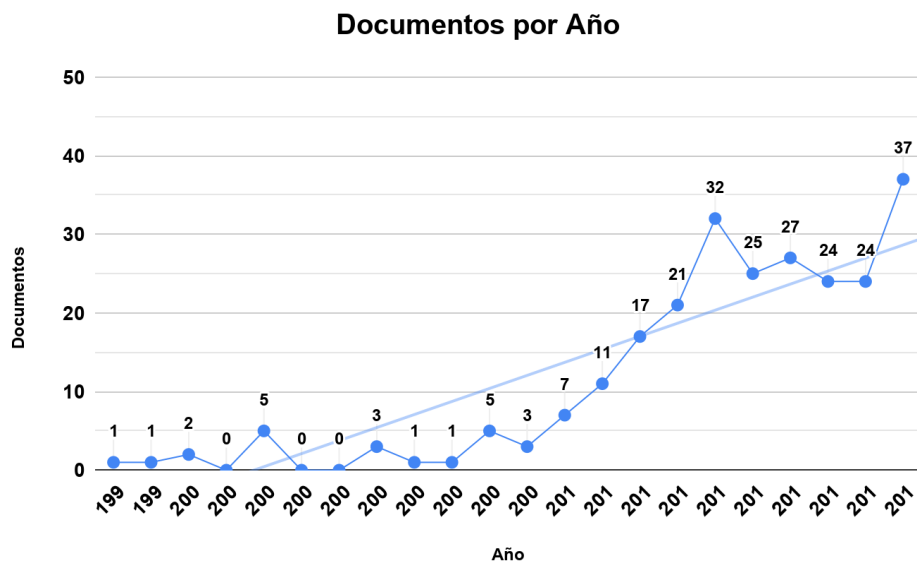


Figura 8. Número de documentos publicados por año en Colombia.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.2.2 Dinámica de publicaciones científicas en Colombia, por temática. De acuerdo con la Figura 9, las principales temáticas relacionadas con las investigaciones del sector de la palma en Colombia son las ciencias biológicas y de agricultura y, las ciencias ambientales; los cuales componen cerca del 50% del total de documentos publicados.

Documentos por área temática

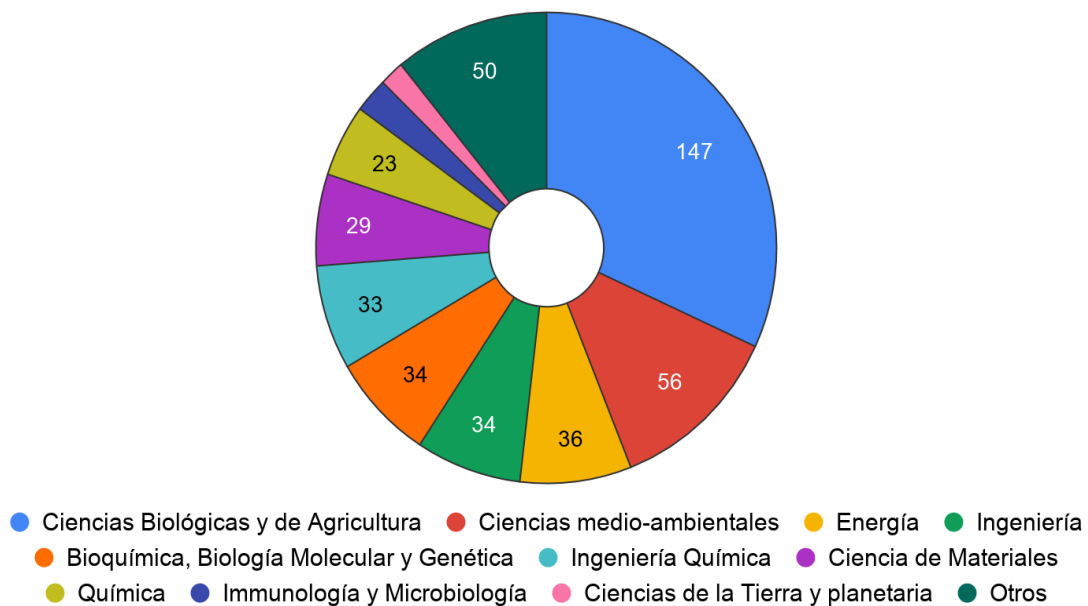


Figura 9. Número de documentos publicados por área temática en Colombia.

Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.2.3 Investigadores líderes (autores) en Colombia. En cuanto a autores por destacar, basados en la Figura 10, se concluye que el autor con el mayor número de publicaciones es Hernán Mauricio Romero (Universidad Nacional de Colombia) con 33 documentos seguido de Liliana Giraldo (Universidad Nacional de Colombia) con 13 y Carlos Ariel Cardona (Universidad Nacional de Colombia) con 10 publicaciones, siendo la Universidad Nacional de Colombia la institución académica que más ha generado actividades de investigación y divulgación de trabajos científicos asociados con el sector de palma de aceite.

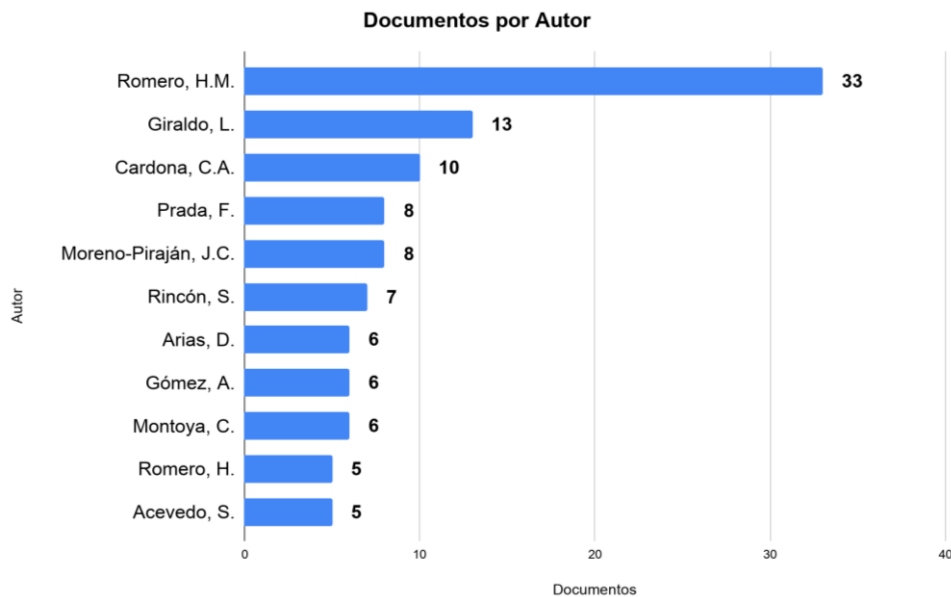


Figura 10. Número de documentos publicados por autor en Colombia.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.2.4 Instituciones líderes (entidades) en Colombia. Según la Figura 11, la Universidad Nacional de Colombia con sede principal en Bogotá es la institución que ha estado adelante en cuanto número de publicaciones realizadas a nivel nacional con 131 documentos acerca del sector de la palma de aceite y posee 5116 publicaciones en la base de datos Scopus dentro del área temática de Agricultura y ciencias biológicas. Seguidamente el Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA) ubicado en el segundo lugar con 52 documentos, siendo este el centro de investigación de carácter científico y técnico creado por palmicultores en el año 1991 - pionero en el tema de la palma de aceite en Colombia y, en tercer lugar, la Universidad de los Andes con sede principal en Bogotá, con 27 documentos.

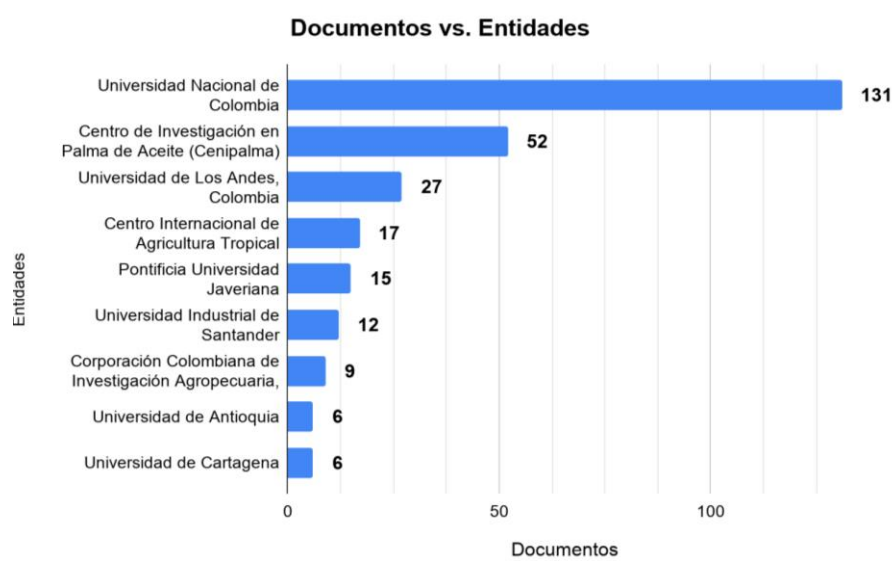


Figura 11. Número de documentos publicados por Entidad en Colombia.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.2.5 Investigación de palma de aceite en Colombia. Se presentan a continuación los grupos de investigación asociados al sector palma de aceite tanto en el ámbito nacional como en el regional.

3.3.2.5.1 Grupos de investigación de la cadena productiva de palma de aceite en Colombia. Según el portal siembra, mencionado anteriormente en el apartado 1.4.2, se encuentra que en Colombia existe un total de 908 grupos de investigación en los diferentes sectores estratégicos agropecuarios. De la totalidad de los grupos, el sector palma de aceite cuenta con un total de 88 grupos de investigación, ya sea que se dediquen en su totalidad a la palma de aceite o de lo contrario que sean de otra cadena productiva y tengan investigaciones acerca de la palma de aceite, a nivel nacional, es decir 9,7% del total, concentrándose con el mayor porcentaje (63,6%) en la región Andina, aproximadamente 56 grupos de investigación, seguido de la región del Pacífico con 15 grupos (17%), la región Caribe con 10 grupos (11,4%), la región de la Orinoquía con 6 grupos (6,8%) y finalmente la región del Amazonas con un grupo de investigación (1,1%) (ver figura 12).

Grupos de investigación asociados al sector la palma de aceite en las diferentes regiones Nacionales

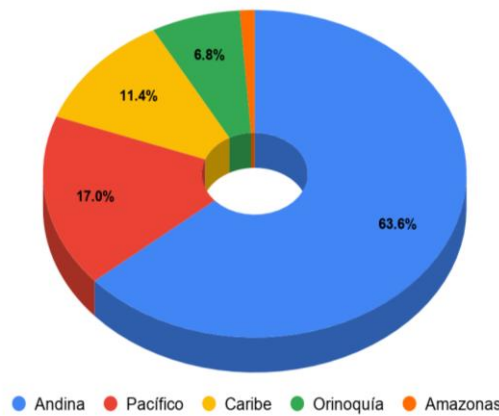


Figura 12. Participación de los grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por región a nivel nacional. Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura de Colombia (2017)

Estos 88 grupos de investigación en el sector palma de aceite, se encuentran segmentados, según el portal siembra, por medio de una calificación otorgada por COLCIENCIAS (ahora Minciencias) esto es, No acreditado 28 grupos (32,18%), Reconocido 8 grupos (9,2%) de Categoría C 23 grupos (26,44%), Categoría B 15 grupos (17,24%), Categoría A1 10 Grupos (11,49%) y finalmente Categoría A con 3 grupos (3,45%) (Ver figura 13).

Grupos de Investigación asociados al sector palma de aceite por Categoría de COLCIENCIAS

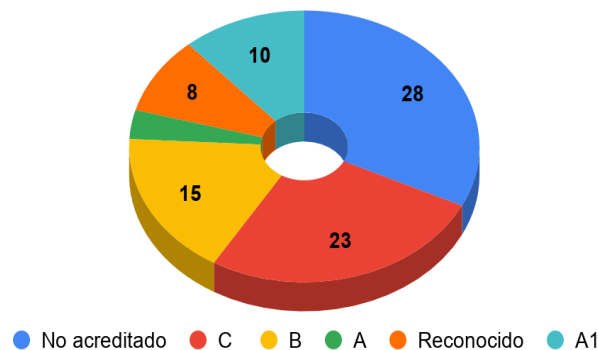


Figura 13. Grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por categoría según COLCIENCIAS. Adaptado de: Portal Siembra, Ministerio de Agricultura de Colombia (2017)

Las principales sedes que más albergan grupos de investigación enfocados al sector de la palma de aceite son; en primer lugar la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) con 9 grupos de investigación, seguido del Centro de Investigación de la Palma (CENIPALMA) con 5 grupos, AGROSAVIA- Tibaitatá con 4 grupos, Universidad de los Llanos (UNILLANOS) con 4 Grupos, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) con 4 grupos y Universidad Industrial de Santander (UIS) con 3 Grupos, entre otros (Ver figura 14).



Figura 14. Número de grupos de investigación en el sector de la palma de aceite por entidad en Colombia.

Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura de Colombia (2017)

3.3.2.5.2 Grupos de investigación de la cadena productiva de palma de aceite en Santander.

A partir de los datos extraídos del portal siembra del ministerio de agricultura de Colombia, se recopilan en la tabla 12 los grupos de investigación de Santander que han adelantado estudios acerca de la cadena productiva de la palma de aceite.

En la tabla mencionada se especifica el nombre del grupo académico, la categoría asignada según COLCIENCIAS (ahora Minciencias), la sede a la cual pertenece el grupo, las cadenas productivas que son investigadas y, por último, los productos que son investigados según la cadena.

Tabla 12.

Grupos de investigación de la palma de aceite en Santander.

N°	Nombre Grupo	Categoría	Universidad/ Sede	Cadenas productivas	Productos
1	Grupo de Investigación en Nutrición, Toxicología y Reproducción Animal	No Acreditada	Universidad Cooperativa de Colombia-UCC, Sede Santander	Láctea, Ovino-Caprina, Palma de Aceite	Leche, Ovinos, Palma de aceite
2	Grupo de Investigación en Biotecnología Agroambiental Microbiota	B	Universidad de Santander, UDES	Avícola, Cacao, Café, Flores y Follajes, Palma de Aceite	Cacao, Café, Gallina ponedora, Orquídeas, Palma de aceite, Pollo de engorde
3	Crisalida	Reconocido	Universidad de Santander, UDES	Cárnica Bovina, Láctea, Palma de Aceite	Carne Bovina, Leche, Palma de aceite
4	Grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología-GIBIM	A1	Universidad Industrial de Santander- UIS	Cítricos, Palma de Aceite, Yuca y Ñame	Lima, Limón, Mandarina, Naranja, Palma de aceite, Yuca
5	Grupo de Investigación en tecnologías de valorización de Residuos y Fuentes Agrícolas e Industriales para la Sustentabilidad Energética. INTERFASE	No Acreditada	Universidad Industrial de Santander-UIS	Avícola, Fique, Palma de Aceite	Fique, Gallina ponedora, Palma de aceite, Pollo de engorde

Nota: Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017).

Tabla 12. (continuación)

N°	Nombre Grupo	Categoría	Universidad/ Sede	Cadenas productivas	Productos
6	Scientia Karayurú	B	Fundación Universitaria de San Gil- UNISANGIL	Acuicultura, Palma de Aceite, Plátano	Arawana, Bagre, Bocachico, Cachama, Camarón, Capaz, Cardenal, Carduma, Escalar, Langosta, Langostino, Lisa, Mojarra, Palma de aceite.
7	Producción En Ciencia Animal - Proca -	C	Instituto Universitario de la Paz- UNIPAZ	Acuicultura, Arroz, Avícola, Cárnica Bovina, Equina, Asnal y Mular, Láctea, No definida, Ovino-Caprina, Palma de Aceite, Porcina, Yuca y Ñame	Alfalfa, Aliso, Arroz, Asnos, Bocachico, Caballos/equinos, Cachama, Caprinos, Conejos, Ganadería de carne, Ganadería de leche, Grama común, Maíz, Maní forrajero, Mojarra, Mulas, Ostras, Ovinos, Palma de aceite, Pollo de engorde, Porcinos, Trebol, y Yuca, entre otros.

Nota: Adaptado de: Portal siembra, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017).

De los grupos de investigación expuestos en la tabla 8 se destacan por haber obtenido un nivel de categoría¹¹ de COLCIENCIAS:

- Grupo de Investigación en Biotecnología Agroambiental - Microbiota. Universidad de Santander, UDES.
- Grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología -GIBIM. Universidad Industrial de Santander, UIS.
- Grupo de investigación Scientia Karayurú. Fundación Universitaria de San Gil-UNISANGIL.

El grupo de Investigación en Biotecnología Agroambiental- MICROBIOTA se crea el año 2005 en la Universidad de Santander, UDES, en el programa de Microbiología Industrial. Inició con la

¹¹ Estos niveles se logran por medio de unos criterios de evaluación que se le realiza a cada grupo de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación ligado con sus respectivos indicadores de producción, de cohesión, de cooperación, entre otros. (Minciencias, 2016)

línea de “Control biológico” en alianza con la Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira) y junto a Corpoica Santander en la línea de investigación de "Biocontroladores para *Moniliophthora roreri* en Cacao". Actualmente, maneja las siguientes líneas de investigación: Biofertilizantes y biodiversidad microbiana, cultivos in vitro y el desarrollo del orquidiario, entre otros.¹²

Por otro lado, el grupo de Investigación en Bioquímica y Microbiología se encuentra adscrito a la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander. Al día de hoy, trabaja entre otras líneas de investigación, en: Biocatálisis y biotransformaciones, bioquímica farmacológica, biotecnología ambiental, nanobiotecnología y simulación de bioprocesos. Posee convenios con instituciones tanto a nivel nacional como internacional, entre los cuales se encuentran: El grupo de Biotecnología de la Universidad de Antioquia; grupo de Inmunología Molecular de la Universidad Industrial de Santander; la escuela de Ingeniería Bioquímica de la Universidad Católica de Valparaíso; el departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidade Federal do Paraná; entre otros¹³

Otro grupo de investigación en la lista es Scientia Karayurú de la Fundación Universitaria de San Gil es un grupo que surge en respuesta a la necesidad departamental de apoyo al desarrollo de las apuestas productivas desde una perspectiva científica, y se constituyó en julio de 2008. Lo integra un equipo multidisciplinario de docentes investigadores de los programas de Administración de Empresas, Contaduría Pública e Ingeniería Ambiental, donde uno de sus

¹² <https://udes.edu.co/investigacion/institutos-y-grupos/grupos/microbiota>

¹³ http://quimica.uis.edu.co/portalanterior/investigacion/grupos/grupo_investigacion_bioquimica_microbiologia

enfoques va dirigido hacia la valoración de los servicios ecosistémicos y desarrollo sostenible. Entre las principales investigaciones con respecto al sector de la agroindustria están: “Identificación y Diagnóstico de la Línea de Base de la Cadena Productiva Piscícola y Pescado de Río del Departamento de Casanare” en alianza con Cámara de Comercio de Casanare y “Centros de Acopio Propuesta de Gestión Ambiental para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos Reciclables en el Municipio de Yopal, Casanare” junto a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal.¹⁴

Por último está el grupo de investigación en producción en ciencia animal - PROCA, del Instituto Universitario de la Paz, el cual tiene entre sus objetivos: Estudiar estrategias en sanidad, manejo y nutrición para mejorar la productividad de las especies animales que se explotan comercialmente en el Magdalena Medio; generar paquetes tecnológicos basados en la elaboración de concentrados para la alimentación animal a partir de subproductos y residuos post-cosechas y evaluar diversas especies vegetales autóctonas de la región, que puedan ser promisorias como alternativas para la alimentación animal. Este grupo de investigación trabaja en el enfoque del aprovechamiento de los recursos potenciales del Magdalena Medio en la alimentación animal. Entre la literatura publicada podemos encontrar los siguientes documentos relacionados al sector de la palma de aceite: en revistas especializadas se encuentran “Harinas de forrajeras leñosas y fruto de palma en la dieta de pollos de engorde” y “Comparación del rendimiento de maíz forrajero (*Zea mays*) fertilizado con compostaje y fertilizante mineral”; y otro tipo de publicaciones como “Efecto de la suplementación con fruto de palma (*Elaeis guineensis* Jacq) en bovinos de levante sobre los niveles séricos de las enzimas alanino aminotransferasa y aspartato aminotransferasa”,

¹⁴ http://www.unisangil.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=284&Itemid=382

“Evaluación del efecto de la suplementación con fruto de palma de aceite en bovinos en fase de levante sobre los cambios morfométricos en el hígado mediante biopsia hepática guiada por ecografía”, “Comparación entre el aceite de palma y fruto de palma (*Elaeis guineensis* Jack) como fuente energética en la alimentación de corderos en etapa de levante” y “Rendimiento en canal e índice de conversión alimenticia en pollos alimentados con fruto de palma”, entre otros.¹⁵

3.3.3 Estado y tendencias científicas del factor de calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite. Se realizó un análisis científico de la literatura acerca de la calidad e inocuidad de insumos y productos de dicha cadena productiva, identificado como eslabón crítico, según lo expuesto en el apartado 3.2 de este documento.

Una vez identificado el eslabón crítico, se procedió a buscar palabras clave dentro de la literatura gris que soportó la creación de una ecuación de búsqueda idónea para realizar el análisis, esta lista de palabras clave se encuentra en la tabla 13.

Tabla 13.

Palabras clave con respecto al factor identificado como crítico.

<i>Palabra Español</i>	<i>Sinónimos español</i>	<i>Palabra inglés</i>	<i>Sinónimos inglés</i>	<i>Término final</i>
Calidad	Importancia, Condición	Quality	Quality, Standard, grade, value	<i>Quality, Qualities</i>
Inocuidad	Seguridad	Innocuousness	Safety, Harmlessness, Innocuousness	<i>Safety, Innocuousness</i>
Insumos	Entradas, Materia prima	Inputs	Consumables, Supplies	<i>Inputs, Supplies</i>
Productos	Mercancías, Artículos, Resultado, Manufactura, Item	Product, Output	Product, Result, Article, Item, Output	<i>Output, Result, Product</i>

¹⁵ <https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000004808>

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 13, se formuló una ecuación de búsqueda general sin aplicación de filtros (entendidos como criterios para seleccionar resultados en la base de datos) con la que se obtuvo un total de 54 documentos en la base de datos multidisciplinaria Scopus. La ecuación mencionada se presenta a continuación:

TITLE-ABS-KEY (("oil palm" AND "Qualit*" AND ("input*" OR "supplies") AND ("output*" OR "product*")) OR ("oil palm*" AND ("safet*" OR "innocuousness") AND ("input*" OR "supplies") AND ("output*" OR "product*")))*

Los documentos encontrados, fueron analizados uno por uno en su título, palabras clave (keywords) y resumen (abstract), esto con el fin de identificar si aportaban al tema de investigación. Posteriormente a esto, se tuvieron en cuenta criterios de inclusión, exclusión y calidad con el fin de obtener los documentos adecuados para realizar el estado del arte e identificar las tendencias globales y nacionales en el sector productivo de la palma de aceite. Estos criterios se presentan en la tabla 14.

Tabla 14.

Criterios de inclusión, exclusión y calidad para el análisis de documentos.

<i>Criterio</i>	<i>Descripción</i>
<i>Inclusión</i>	<i>1. Documentos encontrados en la base de datos multidisciplinaria Scopus.</i>
	<i>2. Documentos encontrados en otras bases de datos multidisciplinarias, bases de datos de entidades investigativas (CENIPALMA, FEDEPALMA, etc.) con calidad suficiente acerca de la temática de investigación en el sector palma de aceite.</i>
	<i>3. Principalmente documentos en idioma inglés y español.</i>
<i>Exclusión</i>	<i>1. Documentos referentes a temáticas no relacionadas con el sector agroindustrial.</i>
	<i>2. Documentos de tipo reseña de conferencias.</i>
<i>Calidad</i>	<i>1. Los documentos usados para realizar el análisis de la literatura y así desarrollar adecuadamente la metodología deben estar publicados en revistas reconocidas en las áreas asociadas y haber sido revisados por pares evaluadores.</i>

Una vez aplicados los criterios de inclusión y de exclusión se obtuvieron 37 documentos de la base de datos multidisciplinaria Scopus (ver apéndice I) y 26 documentos de las publicaciones de los diferentes centros de investigación relacionados con el sector que pueden ser observadas en la tabla 15.

Tabla 15.

Documentos relevantes en el eslabón crítico.

Nº	Título	Autor(es) y año de publicación.
1	Post harvest ripening of oil palm fruit is accelerated by application of exogenous ethylene	Nualwjit,N. Lerslerwong, L. (2014)
2	Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico <i>Elaeis Oleifera</i> x <i>Elaeis guineensis</i> en la zona palmera occidental de Colombia. Determinación del ciclo de cosecha para obtener racimos con alto contenido de aceite	Bastidas, S. Betancourth, C. Preciado, C. A. Peña, E. Reyes, R. C. (2011)
3	Sanidad de la palma de aceite: diagnóstico e investigación integral liderada por el gremio palmero colombiano	Rocha, P.J (2007)
4	Nuevas tecnologías de fertilización de la palma de aceite	Ronen, E. (2010)
5	Soil conservation techniques in oil palm cultivation for sustainable agriculture	Satriawan, H. Fuady Z. Agusni. (2017)
6	Regulación biológica de plagas	Franco, P.N. (2010)
7	Intervención de la presencia de insectos y patógenos en el cultivo	Franco, P.N. (2010)
8	Gestión y control ambiental en palma de aceite	Montes, C. R. (2010)
9	Factores tecnológicos asociados a las brechas en el rendimiento en cultivos de palma de aceite en la zona central en Colombia	Ruiz, E. Mesa, E. Mosquera, M. Barrientos, J.C. (2017)
10	Caracterización y manejo de subproductos de beneficio del fruto de palma de aceite	Ramírez, N.E. Silva, A.S. Garzón, E.M. Yáñez, E.E. (2011)
11	Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación	Galindo, T. Romero, H.M. (2012)

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 15. (continuación)

N°	Título	Autor(es)
12	Caracterización y evaluación de los factores que determinan la calidad nutricional e inocuidad en la producción de fertilizantes orgánicos fermentados	Ito, S. (2006)
13	Protocolo de buenas prácticas agrícolas	Proyecto REPCar. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Costa Rica. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Nicaragua. (-)
14	La maduración de los racimos de palma y los criterios de cosecha en Palm industrie (costa De Marfil)	Tailliez, B. Siaka Coulibaly, M. Bonny, C.P. Jacquemard J. (1996)
15	Identificación de palmas con racimos a cosechar: una estrategia para incrementar la productividad de la Agroindustria de la Palma de aceite	León, A. Granados, J.F. (2004)
16	Cosecha: Maduración, sistemas y costos	Calvo, F.A. (1991)
17	Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en la región de Tumaco, Nariño	Narváz, J. Chilito, L. A. Bastidas, S. (1996)
18	Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios	Romojaro, F. Martínez, M.C. Pretel M.T. (2004)
19	Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>)	Rosales, J.R. Proyecto REPCar. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Costa Rica. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Nicaragua.
20	Manual de buenas prácticas agrícolas y ambientales para el cultivo de palma aceitera en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado, Costa Rica	Piedra, L.M. (2017)
21	Guía de prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite ya establecido	Fedepalma y SENA (2012)
22	Normas de cosecha y control de calidad para una mayor productividad de la palma africana	Toong, T.H. Yeang, T.S. (1993)

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Tabla 15. (continuación)

N°	Título	Autor(es)
23	Postcosecha en la palma de aceite. La ruta de la calidad	Franco, P.N. (1997)
24	Ecofisiología de la palma de aceite	Romero, H. M. (2007)
25	Oil palm fresh fruit bunches (FFB) growth determination system to support harvesting operation	Mohd Kassim, M.S., Wan Ismail, W.I., Rahman Ramli, A., Khairunniza Bejo, S. (2011)
26	Study on Handling Process and Quality Degradation of Oil Palm Fresh Fruit Bunches (FFB)	Mat Sharif, Z. B., Mohd Taib, N.B., Bin Yusof, M.S., Bin Rahim, M.Z., Bin Mohd Tobi, A.L., Bin Othman, M.S. (2017)

Nota: Adaptado de Scopus (2018).

Por otro lado, para la obtención de los documentos en Scopus fue necesario aplicar una serie de filtros mencionados anteriormente y se fijó la ecuación de búsqueda definitiva el 5 de mayo de 2019, llegando a una estructura como la siguiente:

TITLE-ABS-KEY (("oil palm" AND ("Qualit*") AND ("input*" OR "supplies") AND ("output*" OR "product*")) OR ("oil palm*" AND ("safet*" OR "innocuousness" OR "Harmlessness") AND ("input*" OR "supplies") AND ("output*" OR "product*")) OR ("oil palm* qualit*" OR "oil palm* innocuousness")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))*

Obtenidos los resultados de la ecuación mediante la base de datos Scopus, se procede a realizar un análisis general que contiene aspectos tales como, publicaciones a través del tiempo, publicaciones por país, publicaciones por entidad de investigación, entre otros, conforme se aprecia en los siguientes seis (6) ítems (3.3.3.1 - 3.3.3.6).

3.3.3.1 Dinámica de publicaciones a través del tiempo. De acuerdo con lo expuesto en la figura 15, en los últimos 8 años contados a partir de 2011, se presentó un número creciente en la publicación de documentos (28 publicaciones) asociados a los resultados obtenidos de la ecuación de búsqueda propuesta anteriormente, siendo mucho mayor que la cantidad de documentos publicados antes del 2011 (11 publicaciones). A estos resultados se les aplicó los criterios de selección expuestos en la tabla 14.

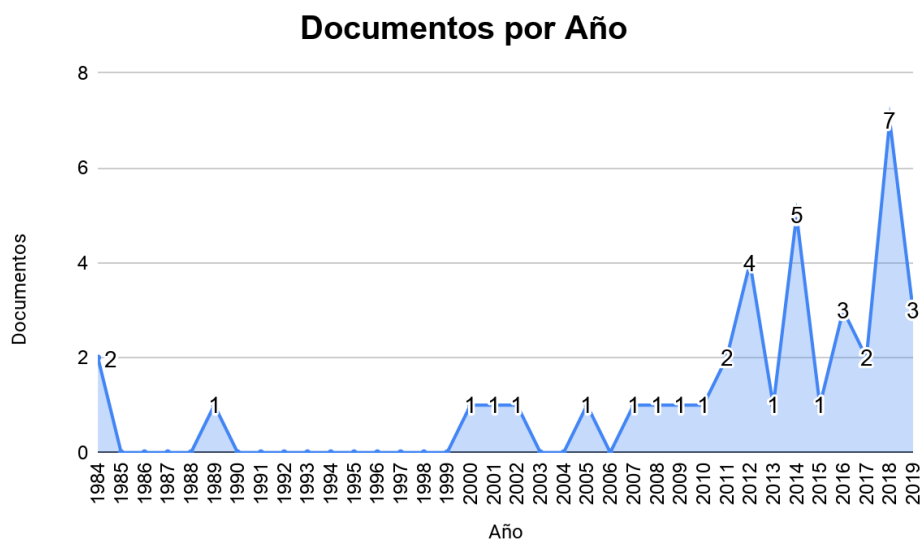


Figura 15. Número de documentos publicados por año.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.3.2 Dinámica de publicaciones científicas por área temática. A partir de la Figura 16, se considera que el área temática de mayor importancia, dentro de los resultados obtenidos en la búsqueda de información es aquella que corresponde a las Ciencias Biológicas y de Agricultura, seguida de ingeniería y de las Ciencias Medio-ambientales; otra temática que resalta es Energía con 8 publicaciones.

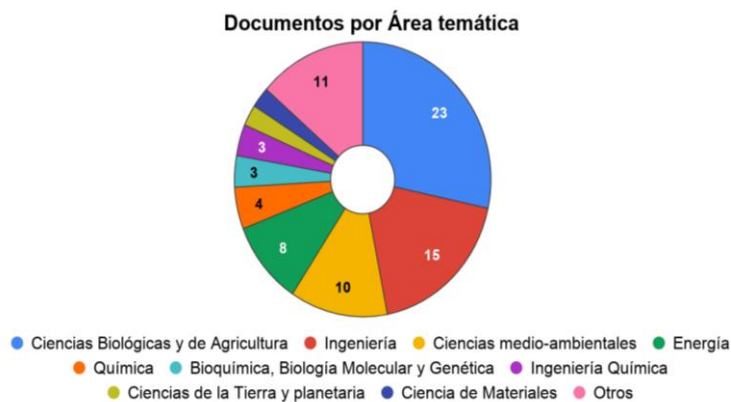


Figura 16. Número de documentos publicados por Área temática.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.3.3 Países líderes en investigación básica. Según lo expuesto en la Figura 17, el país líder en producción de palma de aceite concuerda con el país líder de publicaciones, el cual es Malasia, con 13 documentos. Indonesia, otro de los principales productores de palma de aceite a nivel global, ocupa la segunda casilla de cantidad de documentos, encontrando que ha publicado 5 documentos dentro de los resultados de la búsqueda realizada. Por otro lado, países que no tienen una gran producción de palma de aceite como Países Bajos, Reino Unido, entre otros, se clasifican en el listado de países con máximo 3 publicaciones (European Palm Oil Alliance, 2017).

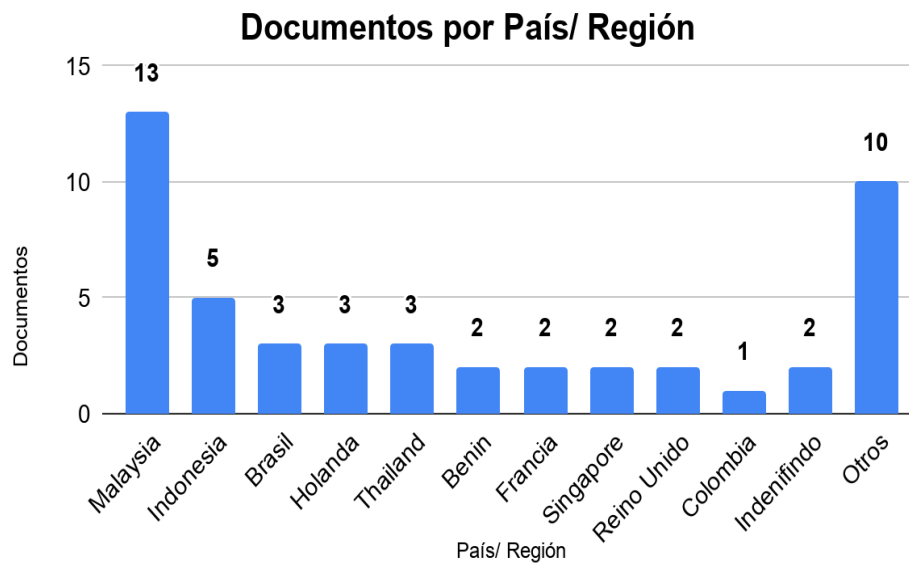


Figura 17. Número de documentos publicados por País/Región.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

3.3.3.4 Instituciones líderes (entidades) en investigación. Los resultados presentados en la Figura 18 concluyen que las entidades con mayor cantidad de documentos asociados al tema de calidad e inocuidad de los insumos y productos son la Universiti Putra Malaysia (Malasia), con 4 publicaciones, y la Wageningen University and Research Centre (Países Bajos), con 3 documentos. Por otro lado en Malasia, por su importancia en la participación de la producción mundial, las instituciones también se encargan de investigar acerca al tema en mención, para obtener resultados que podrían agregar valor a toda la cadena productiva (European Palm Oil Alliance, 2017).

Para el panorama de Colombia, se visualizan dos entidades que han publicado un documento, cada una, siendo la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Central en Bogotá, además se puede concluir que la Universidad Nacional de Colombia es productor principal a nivel de

investigación en América Latina, representando a Colombia¹⁶, en cuanto a la temática de calidad e inocuidad de insumos y productos en el sector productivo de palma de aceite.

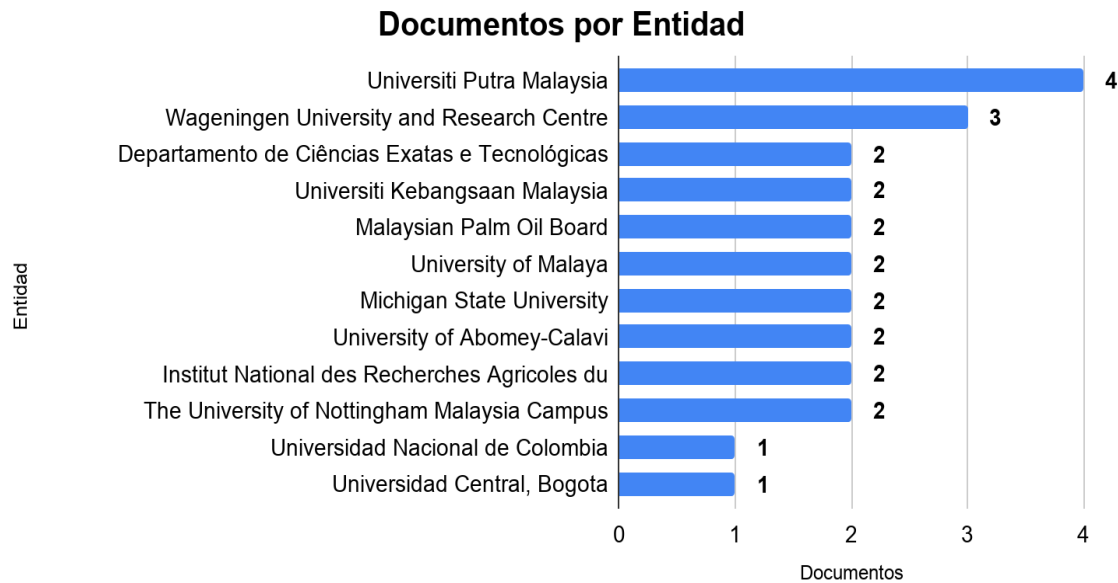


Figura 18. Número de documentos publicados por Entidad.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

Así mismo, en la tabla 16 se encuentra un breve análisis de las entidades de investigación más relevantes en el sector palmero y en específico el eslabón de calidad e inocuidad de insumos y productos, y su país de origen. Se puede validar que la entidad con más publicaciones en la base de datos multidisciplinaria Scopus es **Wageningen University and Research Centre** con un total de 75,312 documentos publicados, y la mayoría de estos se encuentran relacionados con áreas temáticas como *Agricultura y Ciencias Biológicas (36,710)*, *Bioquímica, Genética y Biología Molecular (18,665)* y *Ciencias Medioambientales (15,297)*.

¹⁶ La universidad Nacional de Colombia(UNC) es una institución que se encuentra en las mejores 100 universidades de América del Sur en 2019 según el *Index nature*, esto debido a la contribución científica de documentos en el área de ciencias naturales. Fuente: <https://www.natureindex.com/>

Tabla 16.

Entidades líderes, país y descripción.

N°	Entidad	País	Descripción
1	<i>Universiti Putra Malaysia</i>	Malasia	Cuenta con un departamento de tecnología agrícola en la facultad de Agricultura. En Scopus cuenta con 38,191 documentos publicados.
2	<i>Wageningen University and Research Centre</i>	Holanda	Cuenta con un grupo de sistemas de producción vegetal que se encarga de innovar en agricultura sostenible. En Scopus cuenta con 75,312 documentos publicados.
3	<i>Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas</i>	Brasil	Es un departamento de ciencias exactas y tecnológicas perteneciente a la Universidade Estadual de Santa Cruz, esta universidad cuenta con 3,180 documentos publicados en Scopus.
4	<i>Universiti Kebangsaan Malaysia</i>	Malasia	Cuenta con una facultad de ciencias ambientales y recursos naturales. En Scopus cuenta con 37,858 documentos publicados.
5	<i>Malaysian Palm Oil Board</i>	Malasia	MPOB es una agencia gubernamental encargada de buscar el bienestar en la industria de la palma de aceite en Malasia. Esta organización cuenta con 1,222 documentos publicados en Scopus.

Nota: Adaptado de Base de Datos Scopus (2018).

3.3.3.5 Investigadores líderes (autores). De acuerdo con la figura 19, se visualizan los documentos publicados por autor y se determina que Akpo, Aramal, Da Cruz, Kussou, Souza, entre otros han publicado 2 documentos cada uno, es así que se identifica un equilibrio cuantitativo que permite sólo resaltar a aquellos que tienen dos publicaciones dentro de los resultados obtenidos a partir de la ejecución de la ecuación de búsqueda que se utilizó.

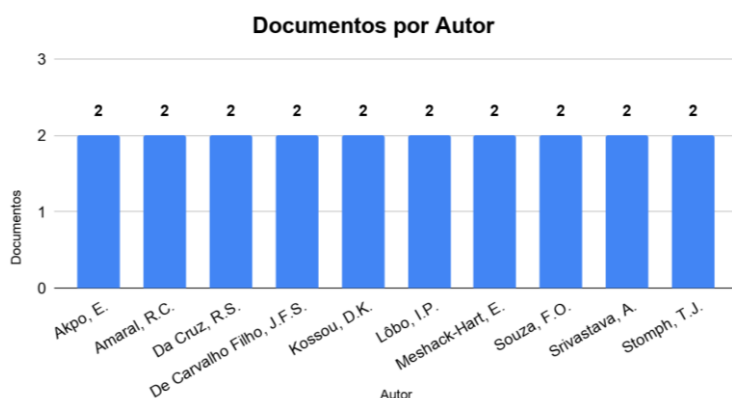


Figura 19. Número de documentos publicados por Autor.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

A continuación en la tabla 17 se enumeran los actores más sobresalientes, con las respectivas palabras clave utilizadas en sus investigación, así mismo se relacionan las entidades a las que se encuentran asociados. Se evidencia que las palabras claves más recurrentes hacen referencia a aceite de palma (Palm oil) debido a que la temática de investigación es acerca de este sector, además de los términos Vegetable oil y crop production.

Tabla 17.

Investigadores líderes, palabras clave e instituciones.

No	Autor	Palabras clave	Institución
1	Akpo, E.	Palm oil, Biomass, Monocotyledon, Plantation, Smallholder, Crop production, Fertilizers, Forestry, Seeds	Centre for Crop Systems Analysis, Wageningen University
2	Kossou, D.	Palm oil, Biomass, Monocotyledon, Plantation, Smallholder, Crop production, Fertilizers, Forestry, Seeds	Centre for Crop Systems Analysis, Wageningen University
3	Meshack-Hart, E.	Palm oil, Vegetable oil, Agricultural engineering-mathematical models, Harvesting parameters evaluation	Michigan State University, Agricultural Engineering Dept.
4	Srivastava, A.	Palm oil, Vegetable oil, Fresh Fruit Bunches (FFB), Agricultural engineering-mathematical models, Harvesting parameters evaluation	Michigan State University, Agricultural Engineering Department
5	Struik, P	Palm oil, Biomass, Monocotyledon, Plantation, Smallholder, Crop production, Fertilizers, Forestry, Seeds	Centre for Crop Systems Analysis, Wageningen University

Nota: Adaptado de Bases de Datos Scopus (2018)

3.3.3.6 Dinámica de publicaciones por tipo de documento. A partir de la figura 20, se tiene que el tipo de documento más publicado por los autores es el artículo, con 29 publicaciones, seguido por aquellos de tipo ponencia y los capítulos de libro con 3 cada uno, mientras que las revisiones presentan la cantidad de 2 publicaciones, datos que dejan en evidencia que el artículo es el documento predominante dentro de los resultados científicos obtenidos a partir de la búsqueda de información realizada.

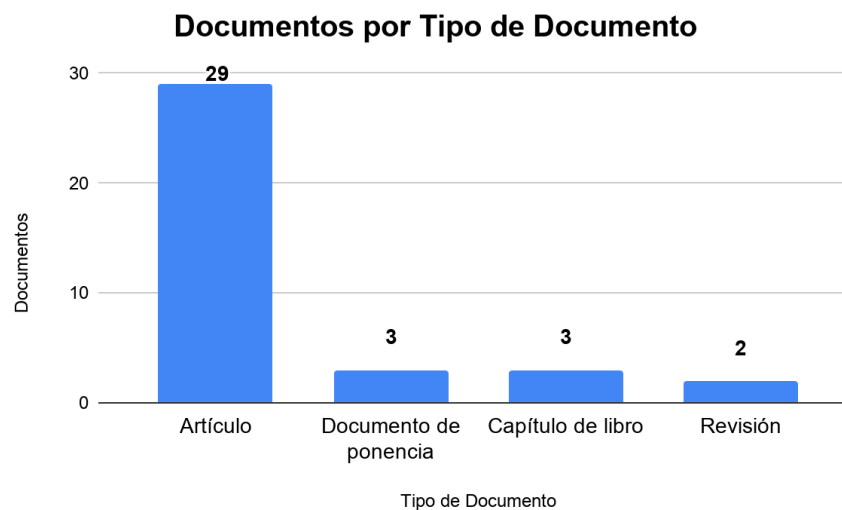


Figura 20. Número de documentos publicados por tipo de documento.
Adaptado de Base de Datos Scopus (2018)

El total de documentos encontrados mediante la ecuación de búsqueda en la base de datos multidisciplinaria Scopus, según la aplicación de criterios de selección, con Título, Autores, Fecha de publicación y Resumen, que se han tomado en cuenta para realizar el estado del arte científico, se encuentran en el apéndice J.

3.3.4 Panorama del conocimiento científico (temas más recurrentes). Una vez identificado el eslabón crítico en el numeral 3.2 se ha podido establecer la necesidad de profundizar prioritariamente en el tema de la “calidad e inocuidad de productos e insumos” teniendo en cuenta la importancia de resaltar los diferentes procesos que se llevan a cabo en la producción de palma de aceite y sus productos derivados.

Los estudios e investigaciones que se han realizado durante los últimos años acerca de la temática de estudio (ver apéndice K), hacen referencia o mencionan la calidad e inocuidad que debe ser adoptada durante toda la producción de la palma de aceite, es decir: desde la manipulación de la palma de aceite que se encuentra en fase de vivero o en fase agrícola, pasando por la recolección del fruto, toda la cadena de suministro, fase de extracción, hasta los productos que se obtienen al final de la cadena productiva (CENIPALMA,2018). Por consiguiente, este tema y su incidencia en cada uno de los eslabones del proceso productivo se expondrán a continuación:

En primer lugar, se encontró que las semillas o plántulas; adquiridas por los pequeños agricultores de palma de aceite en la fase de vivero y/o agrícola; deben ser de alta calidad, con el fin de generar una maduración sincronizada y obtener una mayor eficiencia en costos asociados a la producción agrícola y en temas de rendimiento de aceite de palma, por hectárea sembrada (Soliman, Lim, Lee, & Carrasco, 2016).

Una vez obtenidas las semillas o plántulas de óptima calidad, gracias al cuidado y procedimientos que se le realizan a las plántulas durante su ciclo en el vivero (como el cruzamiento de la palma de aceite tipo Dura y Pisifera dando como resultado la palma tipo Tenera), se requiere hacer un estudio del entorno, enfocado a desarrollar el cultivo de la palma de aceite, es decir, se deben tener en cuenta factores como: el suelo o territorio (topografía, condiciones físicas del suelo

y condiciones de fertilidad del suelo), el clima (precipitaciones, radiación solar, temperatura y velocidad del viento) y algunas condiciones ideales para el cultivo (Fedepalma, 2011).

Una vez reconocido el lugar idóneo para desarrollar el cultivo se debe proceder a la siembra de las plántulas no descartadas durante el control de calidad que se le realiza en el vivero, y posteriormente identificar los fertilizantes que se deben aplicar y las posibles plagas (seres vivos invertebrados y vertebrados) y enfermedades (Marchitez sorpresiva, Pudrición del cogollo, Pudrición del estípite y Anillo rojo) que pueden aparecer durante el crecimiento del cultivo (Fedepalma, 2010).

La más común de las enfermedades en la palma de aceite es causada por la Pudrición del cogollo a través de un hongo llamado *Phytophthora palmivora*, que “se favorece por el ambiente húmedo, encharcamientos y mala fertilización” (CENIPALMA, 2018), y además de este hongo existen otros (hongos, bacterias e insectos) que aprovechan la ocasión para invadir la planta (Martínez et. al, 2010) y que se identifican con síntomas que afectan los tejidos inmaduros como, flechas o foliolos caídas, flechas de color marrón, clorosis¹⁷, entre otros; perjudicando notablemente a la mayoría de agricultores en Santander; por lo tanto se tiene que llevar a cabo un proceso que consta de la identificación temprana de esta enfermedad con el fin de cortar de raíz las flechas jóvenes que presentan pudrición o enfermedad, para de esta manera inhibir el proceso de pudrición en el resto de la planta (CENIPALMA, 2018).

Para el manejo de la enfermedad descrita anteriormente, se recomienda un documento de buenas prácticas agrícolas y buen manejo de las palmas llamado “Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la Producción Sostenible de la Palma Aceitera por Pequeños Productores” que fue

¹⁷ La clorosis es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Fuente: Extensión de la Universidad de Illinois, EUA. Fuente: <https://extension.illinois.edu>

creado por el Grupo Jaremar (corporación centroamericana líder en agroindustria y producción de bienes de consumo masivo) y un segundo documento donde la Corporación Centro de Investigación de Palma de Aceite (CENIPALMA) en cofinanciación con la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA) crearon una tabla en la que refiere los títulos de investigaciones acerca de la pudrición del cogollo en diferentes áreas de estudio en los llanos orientales.

Una vez superada la etapa y sus incidencias, es decir, después de realizada la siembra, se ejecutan chequeos periódicos para determinar el estado, la edad, la identificación de presencias no deseadas y el nivel de madurez de cada planta sembrada, aparte de los cuidados como la poda de hojas secas y/o quebradas y control de malezas (Rosales C., 2010).

La identificación de la madurez de cada planta se realiza mediante un método observatorio o artesanal y otro en el que intervienen sistemas tecnológicos creados (Maturity Table); la primera se realiza mediante la observación del fruto caído del racimo, en donde se tiene como norma mínima 10 unidades caídas (Azis Ariffin, 1990), mientras que el estándar de madurez dice que al menos una fruta caída indica que el racimo ya está maduro, además se observa el color del fruto del racimo (Cambiando de negro a naranja-rojizo) (Mat Sharif, Z.B. et al., 2017); la segunda forma requiere de una instalación de cámaras para la vigilancia de los racimos, obteniendo así imágenes digitales con diferentes contrastes generados por los colores del racimo que son estudiadas por expertos para la identificación de la madurez o no de dicho racimo, esta tecnología trae muchas ventajas a la hora de reconocer los racimos maduros ya que se georeferencian en el terreno cultivado y se puede trazar un recorrido de recolección optimizado para los racimos próximos a cosechar, esto a fin de no hacer tantos viajes como racimos, que llegan a aumentar así los costos de operación (Mohd Kassim, M.S. et al., 2011).

Seguidamente, se debe planear la recolección de los racimos maduros siendo el transporte una parte muy importante porque el fruto no se puede dañar, no debe haber fuentes de contaminación por suciedad como arena, tierra o piedras y tendrá que propender por mantener siempre cubierta la carga para evitar aguas lluvias o excremento de aves (posibles causas de la pérdida de calidad en la producción de la palma de aceite y sus derivados), por lo tanto, según la MPOB (Malaysian Palm Oil Board) los vehículos de transporte del fruto deben estar limpios sin residuos de cargas anteriores y, evitar transportar otros frutos y sustancias que podrían afectar el fruto (Mat Sharif, Z.B. et al., 2017).

Se observa en algunos documentos encontrados, mediante la ecuación de búsqueda, que los problemas más relevantes que afectan la calidad de los insumos y productos se identifican durante la siembra y el cuidado de la palma, en la cosecha de los racimos y sus frutos (por ejemplo, recolectando los racimos en el punto óptimo de maduración), y en el transporte del fruto.

3.4 Estado y tendencias tecnológicas del sector palma de aceite

Para la realización del estado de la técnica en el sector productivo de la palma de aceite a nivel general se utilizaron los software de búsqueda y de análisis de patentes MATHEO PATENT y MATHEO ANALYZER¹⁸ respectivamente, para utilizar este software fue necesaria la creación de

¹⁸ MATHEO PATENT y MATHEO ANALYZER software adquiridos por el grupo de investigación INNOTECH de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander (UIS)

una ecuación de búsqueda general, similar a la utilizada en el apartado anterior (que hacía alusión al estado del arte), la cual con base en la aplicación de ciertos criterios de selección, permitió identificar un conjunto de patentes y familias de patentes relacionadas con el sector productivo de la palma de aceite y su eslabón crítico calidad e inocuidad de insumos y productos.

3.4.1 Dinámica global de patentes. A continuación se muestra el análisis de la dinámica global de patentes referentes al sector productivo de la palma de aceite, mediante la ejecución de la siguiente ecuación de búsqueda en Matheo Patent:

(“oil palm” OR “Elaeis guineensis”); IP CLASS: A01* OR B01* OR C05* OR C11* OR F01**

Según la ecuación anterior, al aplicar un filtro determinado por sectores pertenecientes a la clasificación internacional de patentes¹⁹, se obtuvo un total de 1,727 patentes, las cuales al ser ordenadas en familias alcanzaron un total de 517 familias de patentes. Por consiguiente, a continuación se presenta un conjunto de siete (7) ítems que han soportado el análisis realizado al estado de la técnica, éstos son: dinámica de patentes a través del tiempo, número de patentes según la Clasificación Internacional de Patentes de 4 dígitos (IPC 4), palabras clave del resumen por número de patentes publicadas, palabras clave del título por número de patentes publicadas, países líderes en investigación, número de patentes por autor y número de patentes por entidad de investigación.

¹⁹ La Clasificación Internacional de Patentes (IPC) perteneciente a la WIPO (World Intellectual Property Organization) se encuentra formalmente en la página web interactiva:
<https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20190101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>

3.4.1.1 Dinámica de patentes a través del tiempo. Se logra observar en la figura 21, que el número de patentes documentadas a nivel mundial ha ido en constante crecimiento a partir del año 2005 hasta el 2017, ya que en 2018 esa cantidad decreció. Por otro lado, se tiene que durante el período comprendido entre 1992 y 2005, la cantidad de patentes muestra un comportamiento muy variable. A nivel general, la mayor cantidad de patentes es de 87 en el año 2015 y la menor cantidad ha sido de 13 en el 2005; sin embargo, se aprecia un compromiso de las personas y organizaciones para proteger sus invenciones así como de obtener una gran cantidad de ellas en medio de un panorama competitivo.

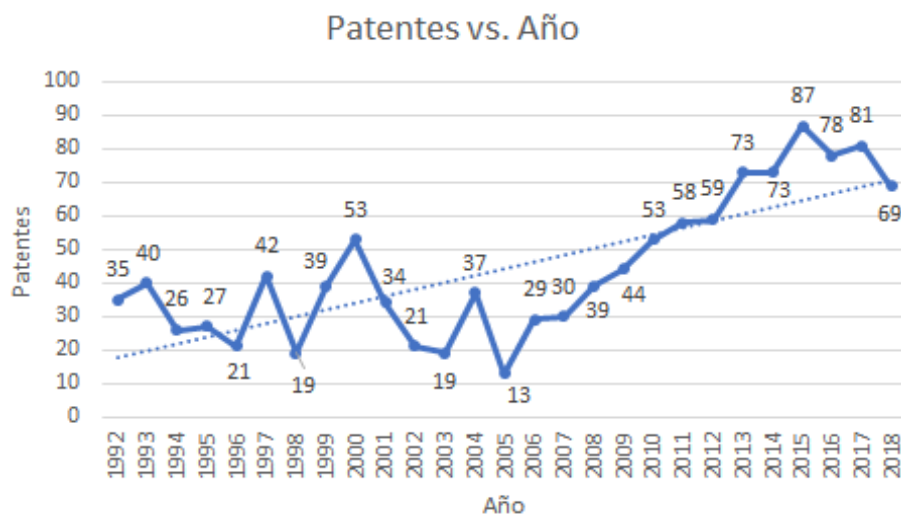


Figura 21. Número de patentes publicadas por Año.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.2 Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).

Los datos presentados en la figura 22 están organizados según los códigos pertenecientes a la Clasificación Internacional de Patentes comprendidos en la documentación obtenida mediante el uso de la ecuación de búsqueda expuesta antes, estos resultados están ordenados de mayor a menor en términos de cantidad de patentes acorde con la clarificación mencionada.

Se aprecia que la mayor cantidad de patentes están clasificadas en el código C11 que hace referencia a aceites animales o vegetales, grasas, sustancias grasas o ceras, ácidos grasos, detergentes y velas, resaltando a la subclase C11C alusiva a temas de ácidos grasos obtenidos de grasas, aceites o ceras, velas, grasas, aceites o ácidos grasos obtenidos por la modificación química de grasas, aceites o ácidos grasos con 408 documentos. En segundo lugar se encuentra el código C11B que comprende la producción, ya sea por presión a materiales crudos, por extracción de materiales de desecho, refinación o preservación de grasas y sustancias grasas como aceites esenciales y perfumes con 353 patentes y, en tercer lugar, se presenta el código C11D que comprende las composiciones de detergente, jabón y recuperación de glicerol con una cantidad de 327 patentes. De lo anterior se concluye que un gran porcentaje de las patentes obtenidas están categorizadas en temas relacionados con la transformación del fruto de la palma de aceite mediante los procesos industriales, automatizados o mecanizados, utilizados en la industria química.

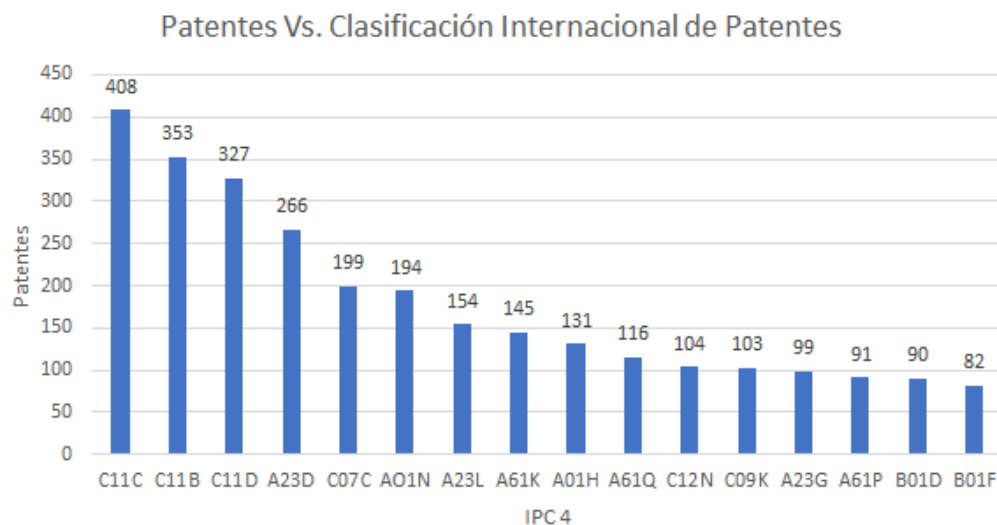


Figura 22. Número de patentes publicadas por IPC 4 dígitos.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.3 Palabras clave del resumen por número de patentes publicadas. En la figura 23 se observa un comportamiento de aparición o uso de las palabras clave contenidas en el resumen de cada documento de patente, se relacionan los términos que se usan con más frecuencia en los documentos asociados al campo de estudio, es así que se destacan las expresiones palm oil, oil e invention. Además, fue extraño encontrar el término coconut oil, en el cuarto escalón, ya que no está ligado a la ecuación de búsqueda; sin embargo, algunos documentos contienen información técnica acerca del interés en generar invenciones que pueden ser aplicadas en otro sector diferente al de la palma de aceite, como por ejemplo al sector del aceite de coco.

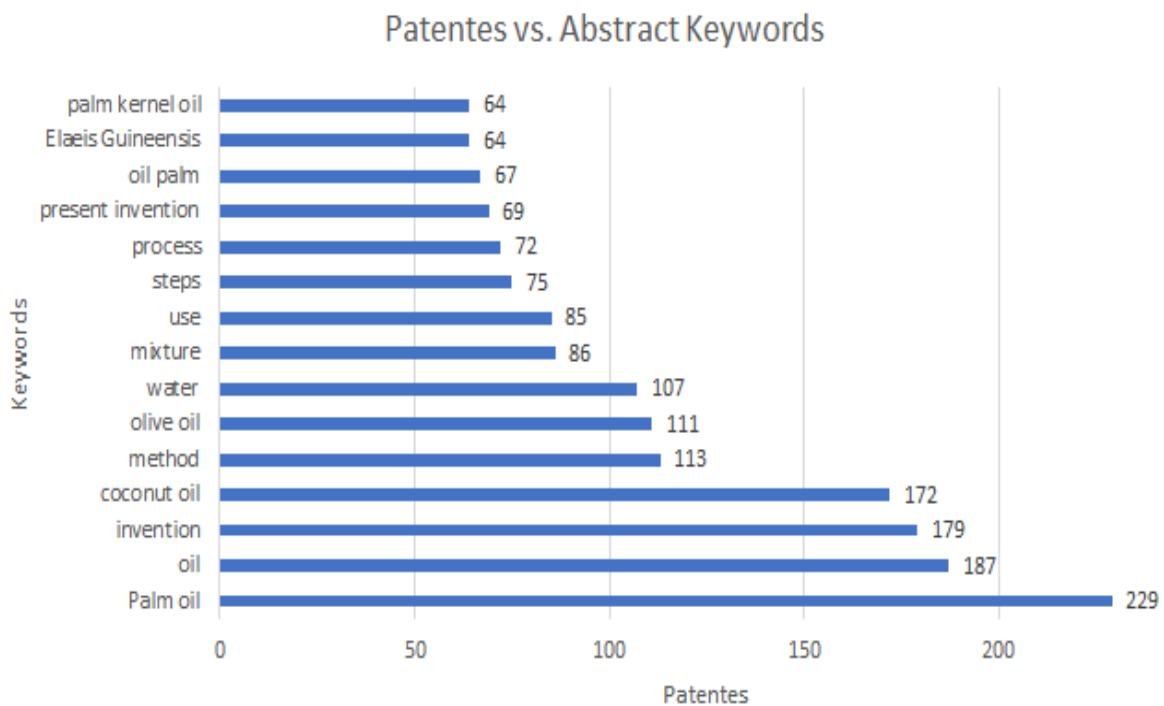


Figura 23. Número de patentes publicadas por Abstract Keywords.

Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.4 Palabras clave del título por número de patentes publicadas. Según la información presentada en la figura 24, la palabra que destaca por ser la más utilizada, con 90 veces, es method resaltando que este es el tema central o con más tendencia técnica de una gran cantidad de documentos. Otras palabras clave utilizadas son process, preparation method e improvements, con frecuencias mayores a 30, lo que refleja que los títulos de los documentos están orientados más hacia a la innovación antes que la invención, añadiendo que enfatizan en el mejoramiento ya sea de métodos y procesos. Lo anterior resulta útil para brindar una perspectiva sobre las tendencias de los documentos que hacen parte del tema en estudio y, de esta manera, podría emplearse como un criterio de apoyo a la toma de decisiones en investigaciones posteriores.

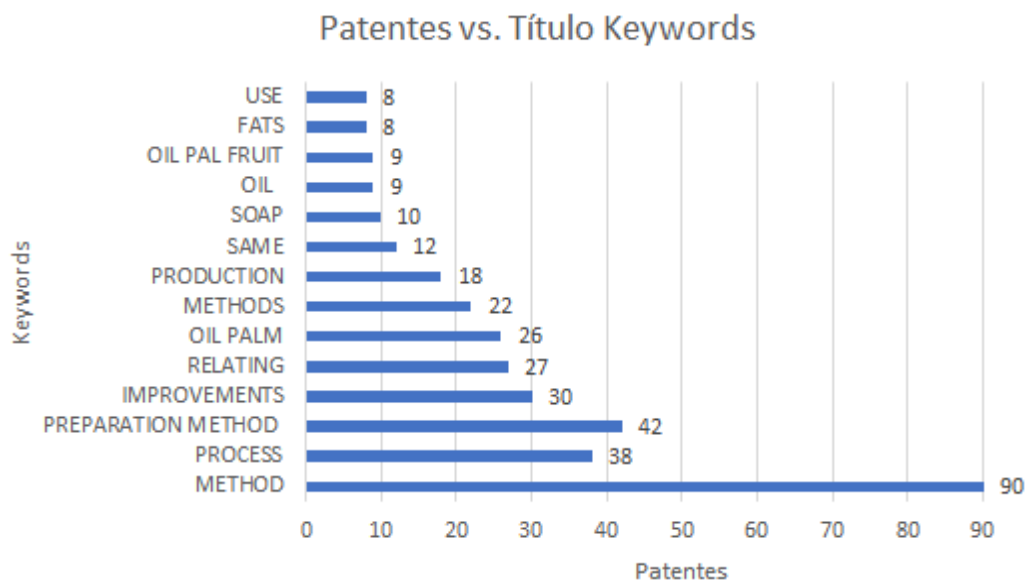


Figura 24. Número de patentes publicadas por Keywords del título.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.5 Países líderes en investigación. De acuerdo con la información dada en la figura 25, se observa que hay una gran cantidad de patentes que no se encuentran inscritas en un país en específico (860 documentos), es decir, el registro se realizó en la oficina de la WIPO; por otra parte, de las oficinas de países donde se encuentran registradas la mayor cantidad de documentos de patente es Malasia seguida de Estados Unidos (USA) con 203 y 185 registros, respectivamente. Estos dos países no sólo se centran en los procesos productivos de la palma de aceite sino en los procesos de innovación y desarrollo para lograr productos con calidad e inocuidad.

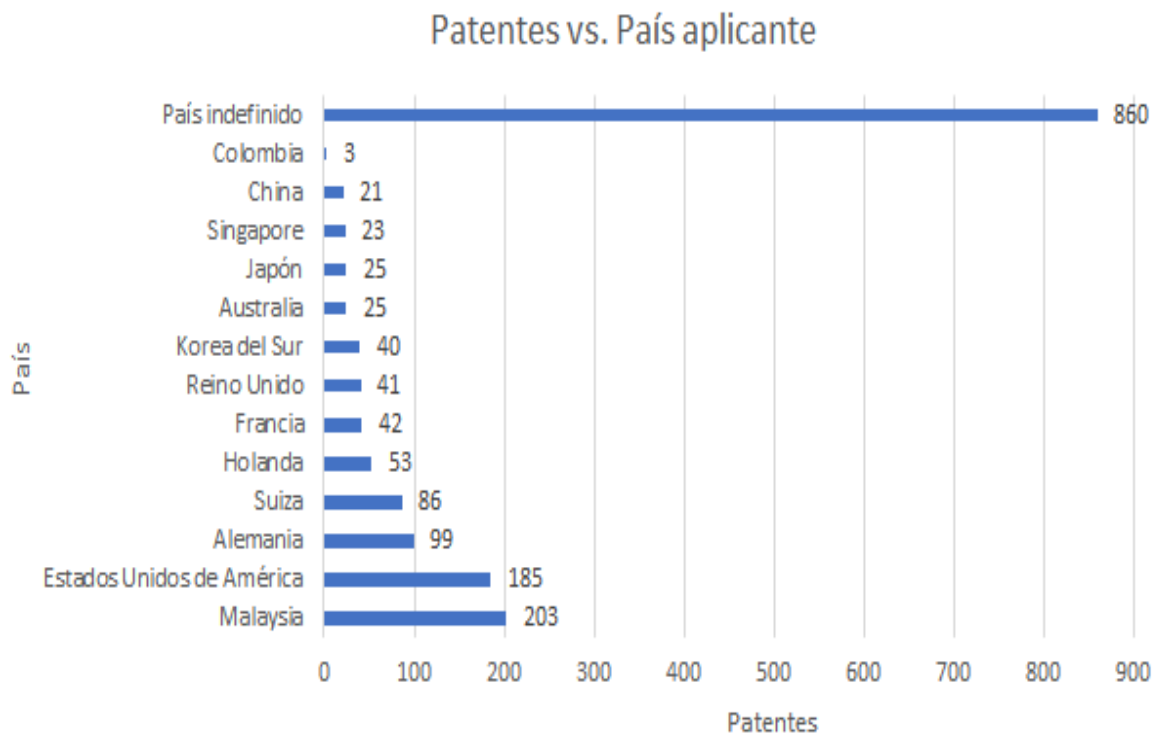


Figura 25. Número de patentes publicadas por país aplicante.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.6 Inventores líderes (autores). Lo que resalta a simple vista de los datos expuestos en la figura 26 es la gran cantidad de patentes sin ningún registro de autor con 447 documentos que no contienen esta información, luego 45 patentes están bajo la autoría de Nalur Shantha Chandrasekaran como la principal inventora científica experta e investigadora profesional veterana en Nestlé, seguido por Sam Amutikofi con 34 documentos mientras que 31 documentos de patente están bajo la autoría de Raggon y Wlodecki pertenecientes a Pfizer, INC., empresa comprometida con el financiamiento de programas que brinden beneficios sociales, y Lin Weifu perteneciente a la Academia China de Ciencias de la Agricultura Tropical.

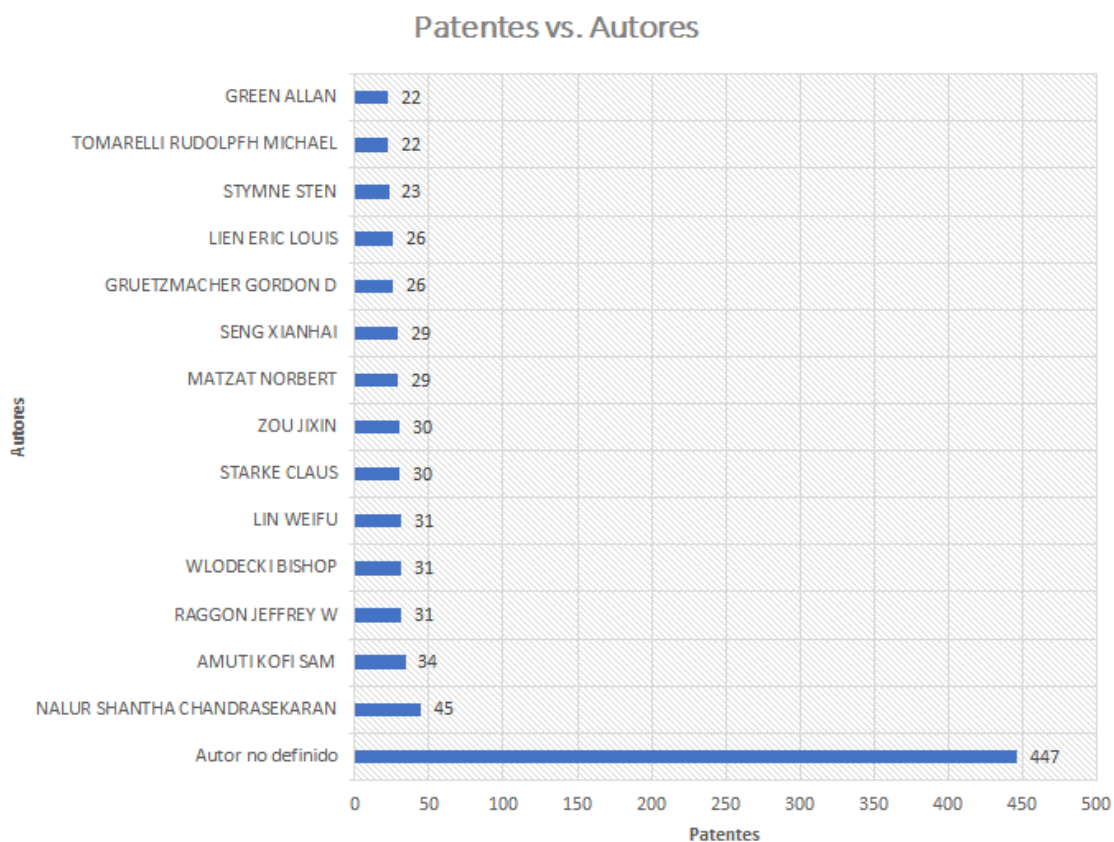


Figura 26. Número de patentes publicadas por Autor.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.1.7 Instituciones líderes (entidades). En la figura 27 se observa un gran cantidad de patentes que no están registradas bajo una entidad aplicante en específico, llegando a alcanzar los 251 documentos asociados a la temática de búsqueda. Por otro lado, de las entidades con mayores cantidades de patentes registradas se encuentran el instituto de investigación del sector palmicultor Malaysian Palm Oil Board con 81 documentos, en segundo lugar está la multinacional de la industria de alimentos Nestlé S.A. con 64 patentes y 52 patentes están registradas bajo el nombre de las empresas Unilever y Du Pont, pertenecientes a la industria química.

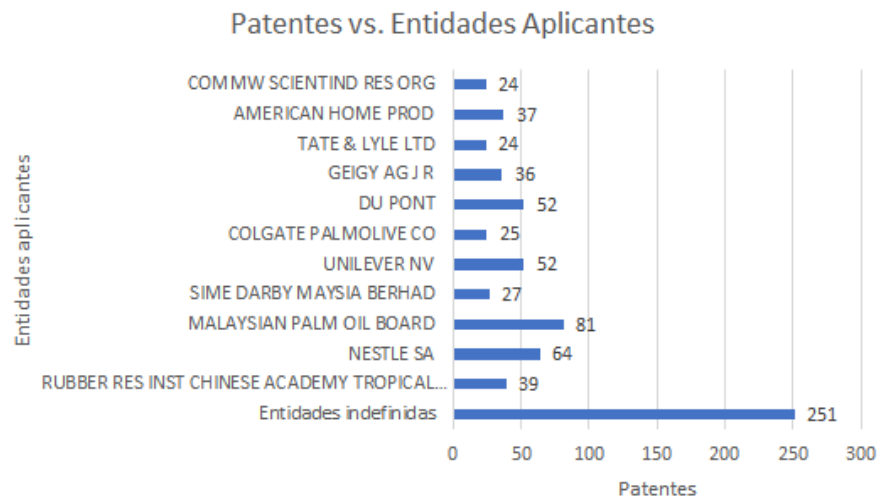


Figura 27. Número de patentes publicadas por entidades aplicantes.
Adaptado de Matheo Software (2018)

3.4.2 Estado y tendencias técnicas y tecnológicas del factor de calidad e inocuidad de insumos y productos del sector estratégico de la palma de aceite.

En este apartado se encuentra el estado de la técnica y las tendencias tecnológicas asociadas al eslabón crítico del sector estratégico de la palma de aceite anteriormente mencionado.

Para la formulación de una ecuación de búsqueda que ayudó a la investigación de patentes asociadas al eslabón crítico, se tomaron en cuenta las palabras clave encontradas en la literatura gris del apartado 3.3.3, las cuales son presentadas en la tabla 13, es así que se obtuvo la siguiente ecuación:

("OIL PALM" OR "ELAEIS GUINEENSIS") AND (("SOW*" OR "PLANT*" OR "SEED*") OR ("HARVEST*") OR ("TRANSFORMATION" OR "PROCESS*" OR "ENGINEERING") OR ("INPUT*" OR "SUPPL*") OR ("OUTPUT*" OR "PRODUCT*")); IP CLASS: A01* AND (B01* OR C05* OR C11* OR F01*)*

Según la ecuación anterior, al aplicar un filtro determinado por sectores pertenecientes a la clasificación internacional de patentes se obtuvieron 278 patentes, las cuales al ser ordenadas en familias alcanzaron un total de 92 Familias (Ver apéndice L). *(Nota: Por factores internos del software no se descargaron 6 patentes)*. En la tabla 18 se listan algunas invenciones técnicas y tecnológicas, asociadas a la calidad e inocuidad de los insumos y productos en la cadena productiva de la palma de aceite, encontradas en el análisis de las patentes. Dicha tabla relaciona cada innovación con sus respectivas áreas temáticas del Portal Siembra y los IPC 4 que aborda.

Tabla 18.

Tendencias tecnológicas en el eslabón crítico del sector de la palma de aceite en la investigación aplicada.

No	Inventor	Título	Familia de Patentes	IPC4	Área Temática Portal Siembra
1	Endan, JoharI	Aparato de cosecha y poda para palma de aceite	WO2016105183A1	A01D	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
2	Ng, Say Bock; Ng, Vincent; Tong Dip	Método para desmontaje de frutas frescas de aceite de palma	WO2017131507A1 / MY163846A	A01D	Manejo cosecha, poscosecha y transformación

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 18. (continuación)

No	Inventor	Título	Familia de Patentes	IPC4	Área Temática Portal Siembra
3	Chua Nam-hai; Geng Yun-feng	Modificación de la floración en la familia de la palma	WO201407775A1	C12N\ A01H\ C07K	Material de siembra y mejoramiento genético
4	Rath, Andrew; Petracek, Peter	Métodos para aumentar el rendimiento de la palma de aceite	WO2015175402A1 / US9839215B2 /US2017064948A1 / WO2017044535A1 / US9622482B2 / US2015320048A1 / WO2015138307A1 / WO2015138307A8 / US2015250168A1 / US9445588B2 / PH12016501727A1 / MY163901A	A01N\ A01P	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
5	Tony Ooi, Eng Keon; Leona Daniela, Jeffery Daim	Método para adquirir <i>Elaeis Guineensis</i> planta de alto rendimiento	JP2013099311A	A01H\ C07K\ G01N	Fisiología vegetal y nutrición
6	Murase, Makoto; Sano, Hiroshi; Sakamoto, Akiko	Promotor específico de mesocarpio de <i>elaeis guineensis</i>	JP2003180363A	A01H\ C12N	Material de siembra y mejoramiento genético
7	Loh Siew, Fan; Abdullah Mohd, Amid Fursan Bin	Producto y método para manejar la enfermedad de ganoderma en aceite de palma	US2015111748A1 / WO2013169092A1 / IN2242MUN2014A / US9713333B2	A01N\ A01P\ C12R\ C12N	Manejo sanitario y fitosanitario
8	Forster, Brian, Peter; Caligari, Peter, Douglas, Savaria; Nelson, Stephn, Peter, Connor	Métodos de obtención de plantas y plantas nuevas obtenibles por el mismo modo	WO2010034997A1 / GB0817434D0 / WO2010034997A8	A01H	Manejo sanitario y fitosanitario
9	Caligari, Peter, Douglas, Savaria; Nelson, Stephn, Peter, Connor	Composición ovicidal insecticida	EP1972692A1	C12Q\ A01H	Manejo del sistema productivo

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 18. (continuación)

No	Inventor	Título	Familia de Patentes	IPC4	Área Temática Portal Siembra
10	Arimoto, Yutaka	Nuevos compuestos de tioamida útiles para controlar el crecimiento o malezas de plantas indeseables en plantas culturales ej. arachis hypogaea allium cepa elaeis guineensis y herbaceum de gossypium	WO2005004602A1 / JP2005029489A / EP1645187A1 / US2006165748A1	A01N	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
11	Song, Dschun; Major, Julia; Hutzler, Johannes	Métodos para aumentar el rendimiento de palma de aceite	DE102010042866A1	C07D\ A01N	Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales
12	Jadaa, Rami Imad	Uso biotecnológico del pleurotus ostreatus para el manejo de residuos agroindustriales	WO2014124611A3 / WO2014124611A2	C05F\ A01G	Manejo ambiental y sostenibilidad
13	Cao, Hongxing; Zhou, Dapeng; Shi, Peng; Feng, Meili	Contenedor para transportar semillas de palma aceitera que brotan	CN205694614U	A01G	Material de siembra y mejoramiento genético
14	Lin, Weifu; Zhang, Xicai; Zou, Jixin; Xie, Guishui	Cuchillo de cosecha de un solo borde para racimos de palma de aceite	CN204244708U	A01D	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
15	Lin, Weifu; Zhang, Xicai; Zou, Jixin; Xie, Guishui	Cortadora de tres filos para racimos de la palma de aceite	CN204014488U	A01D	Manejo cosecha, poscosecha y transformación
16	Huang, Shanchun; Tan, Weiwan; Li, Chaoxu; Yan, Wei; Liu, Li	Dispositivo de secado acelerador de germinación para semillas de palma de aceite	CN203523580U	A01K	Material de siembra y mejoramiento genético
17	Zou, Jixin; Lin, Weifu; Pan, Denglang; You, Lili; Zhang, Chaoyang	Método de aceleración de germinación para semillas de palma de aceite de tipo libre	CN102860256A	A01H	Material de siembra y mejoramiento genético

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 18. (continuación)

No	Inventor	Título	Familia de Patentes	IPC4	Área Temática Portal Siembra
18	Jie, Li; Xintao, Lei; Chengxu, Sun; Meili, Feng; Haikuo, Fan	Método de preservación de temperatura ultra baja para el polen de palma de aceite	CN102084774B / CN102084774A	A01G\A01C	Material de siembra y mejoramiento genético
19	Xianhai, Zeng; Lili, You; Jixin, Zou; Weifu, Lin; Guishui, Xie	Métodos para obtener plantas de palmera de aceite de alto rendimiento	CN101926323A / CN101926323B	A01N	Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

3.4.2.1 Número de patentes publicadas por año. En la figura 28 se muestra que el año en el que se publicaron más patentes relacionadas con la calidad e inocuidad de insumos y productos dentro del sector de la palma de aceite fue en el 2013, con un total de 31 patentes. También se puede comprobar que la línea punteada muestra una tendencia creciente de publicación de patentes a través del tiempo desde el año 1993 hasta la actualidad.

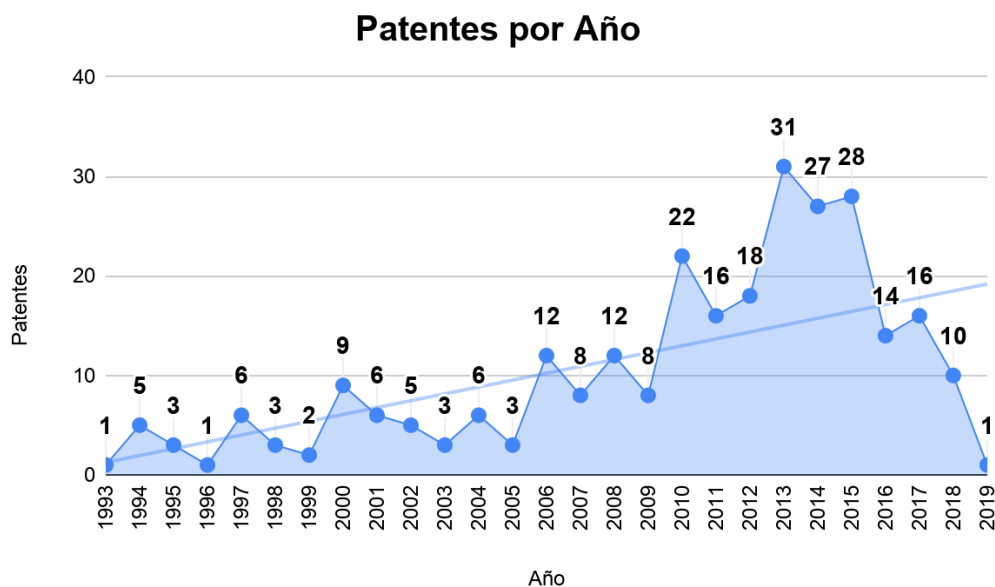


Figura 28. Número de patentes publicadas por Año.

Adaptado de Matheo Software (2018).

3.4.2.2 *Número de patentes por Clasificación Internacional de Patentes 4 dígitos (IPC4).*

Con base en los datos presentes en la figura 29 aparecen cinco códigos pertenecientes al grupo A01 que reúne las patentes desarrolladas en el área de agricultura, silvicultura, cría de animales, caza, capturas y pesca, siendo la de mayor cantidad de patentes la clase A01H perteneciente a nuevas plantas o procesos para obtenerlos, reproducción de plantas por técnicas de tejidos celulares con 105; tres códigos C12 relacionados a bioquímica, cerveza, vino, microbiología, enzimología, mutación o ingeniería genética, resaltando el grupo C12N o el de microorganismos o enzimas, propagación, preservación o mantenimiento de microorganismos, mutación o ingeniería genética con 88 . Entre los cinco primeros se encuentra patentes relacionadas a la categoría de Química Orgánica C07, específicamente la C07K que corresponde a los péptidos con 51 patentes registradas.

Patentes por Clasificación Internacional de Patentes- IPC 4

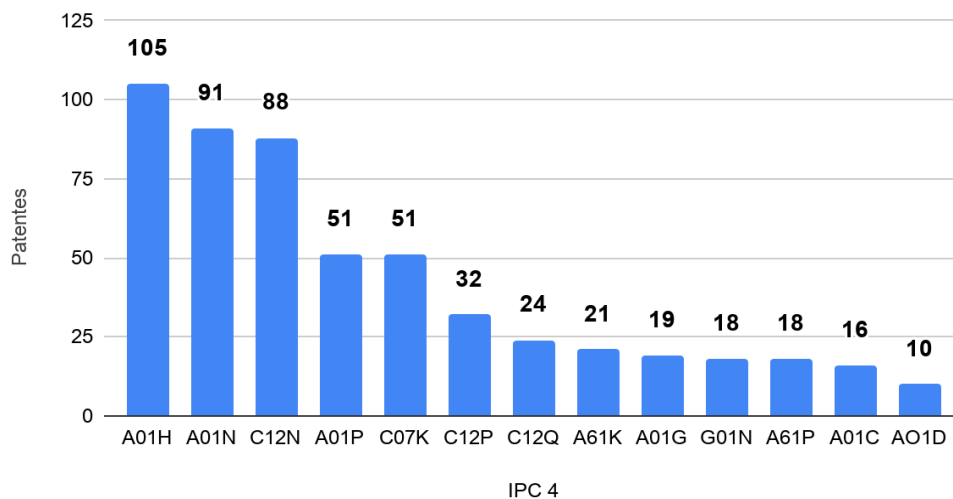


Figura 29. Número de patentes publicadas por Clasificación Internacional de patentes (IPC 4 Dígitos). Adaptado de Matheo Software (2018).

3.4.2.3 Países líderes en investigación aplicada al factor crítico. En la figura 30 se muestra los países líderes en investigación aplicada al eslabón crítico del sector palma de aceite, siendo Malasia el país con más publicaciones de patentes registradas (87 patentes) seguido de Estados Unidos de América (35 patentes). Se puede observar que existe una gran cantidad de patentes publicadas (98 patentes) que son registradas por la entidad WIPO (World Intellectual Property Organization) y por lo tanto no se identifica el país publicante de la patente.

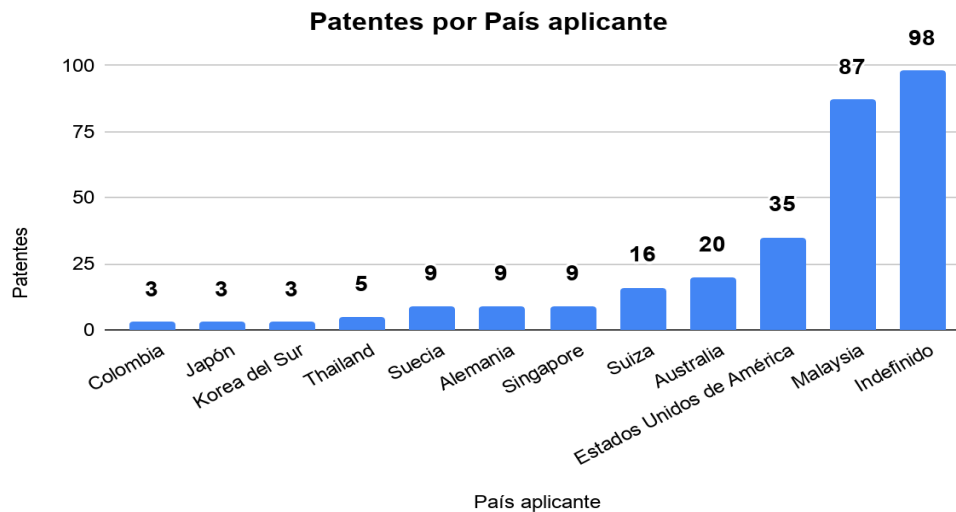


Figura 30. Número de patentes publicadas por País aplicante.
Adaptado de Matheo Software (2018).

3.4.2.4 Instituciones líderes (entidades y/o empresas apoderadas). En la figura 31 se puede observar que la entidad de investigación que tiene un número mayor de publicación de patentes al año 2019 acerca de la calidad e inocuidad de los insumos y productos del sector palma de aceite (42 patentes) es la Malaysian Palm Oil Board (MPOB) que es una entidad gubernamental que se encarga de servir y ofrecer bienestar a la industria de la palma aceitera del país, en este caso Malasia. Seguido de la CSIRO (Organización de Investigación Científica e Industrial de la

Commonwealth) entidad del gobierno australiano que fomenta la realización de investigaciones en Australia y en todo el mundo, con el total de 24 patentes y en tercer lugar SIME DARBY BERHAD con la cifra de 20 patentes, esta entidad promueve la entrega de futuros sostenibles y de llevar el desarrollo y el crecimiento a muchas partes del mundo.

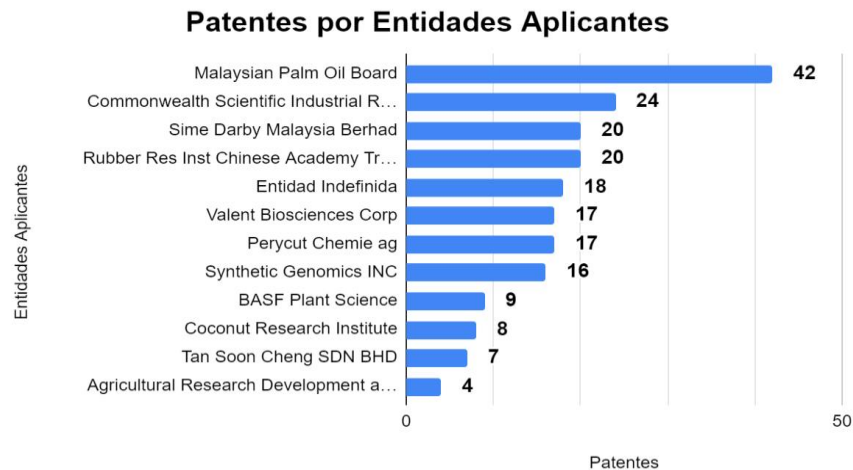


Figura 31. Número de patentes publicadas por Entidades aplicantes.
Adaptado de Matheo Software (2018).

3.4.3 Panorama del conocimiento técnico.

Según las patentes encontradas y descargadas mediante la ecuación de búsqueda creada con los términos y sinónimos del eslabón crítico en el sector productivo de la palma de aceite y mediante el uso de la herramienta software de patentes MATHEO PATENT, se encontraron técnicas (ver apéndice M) que hablan sobre agricultura (siembra de cultivos, manejos de cultivos, cosecha, poda, métodos anti enfermedades, etc.) y sobre ingeniería genética (mejoramiento de semillas, modificación del tiempo de floración, creación de palmas resistentes a enfermedades e insectos, etc.).

Primeramente, en el área de agricultura existe un método patentado para mejorar la producción de aceite de palma de los racimos mediante la identificación de plantas de alto rendimiento por medio de espectrometría de masas (cromatografía líquida no dirigida, cromatografía líquida dirigida, cromatografía de gases dirigida y electroforesis capilar), en donde se comparan los niveles de metabolitos²⁰ (isoleucina, sacarosa y glicopiranososa) en una hoja de la planta con esta característica con respecto a otra que carece de ella (Neoh et al., 2015), otro método para aumentar el rendimiento del aceite de palma en la producción consiste en el uso del 1-Metilciclopropano (1-MCP) directamente a la fruta de la planta, mediante pulverizadores después de la floración inicial de la planta y antes de la cosecha, con el fin de evitar la caída temprana del fruto y aumentar el contenido de aceite dentro del cada fruto del racimo (Rath et al., 2017), adicionalmente al 1-MCP se recomienda aplicar un regulador de crecimiento (auxino, citoquinino, giberelinos, ácido salicílico, entre otros). Los datos conseguidos en el estudio de las plantaciones mediante el método de aplicación del 1-MCP versus una plantación de control no tratado, se encuentran en la tabla 16. El estudio se realizó en una plantación de aproximadamente 15 hectáreas en Costa Rica, se seleccionaron 27 plantas por tratamiento y se supusieron algunos datos como 7 racimos por planta y 170 plantas por hectárea. Según la tabla 19 se evidencia que el uso del 1-MCP en los frutos de las palma de aceite evita su caída y por lo tanto se obtiene un 35% de rendimiento adicional en la obtención de productos por la menor cantidad de frutos caídos 29.6% en comparación con el control no tratado.

²⁰ Metabolito: son los productos intermedios y productos del metabolismo que es el conjunto de procesos y reacciones químicas anabólicas y catabólicas por los cuales un metabolito obtiene la energía y los nutrientes que necesita para vivir y reproducirse. Fuente: EcuRed, Enciclopedia Cubana. Página WEB: <https://www.ecured.cu/Metabolito>

Tabla 19.

Tratamiento mediante el 1-MCP.

Tratamiento	Fruta suelta acumulada	Diferencia con la medida de control no tratada (%)	Masa suelta acumulada (g)	Diferencia con la medida de control no tratada (%)
Medida de control no tratada (agua rociada)	147.8	--	1768	--
20 ppm x ha (2.4g) 1-MCP	138.8	6.7	1465	17.1
67 ppm x ha (8.0g) 1-MCP	106.2	28.6	1136	34.2
200 ppm x ha (23.8g) 1- MCP	104.7	29.6	1149	35

Nota: Adaptado de “Methods for Increasing Oil Palm Yield”. Rath, A., Petracek, P. D., Lopez, J., Villalobos Acuña, M., Venburg, G. D., Shafer, W. E. Número de publicación: CR20160572.

Seguidamente se encuentra la protección o inhibición contra plagas y enfermedades que le pueden ocurrir a la palma de aceite dentro del área de agricultura, en este caso se plantea una patente con la aplicación de un hongo endófito (*Muscodor Strobilii*) o por medio de unas bacterias (*Pseudomonas fluorescens*) que pueden habitar en las plantas sin ningún problema, produciendo metabolitos y protegiendo a la planta hospedera de hongos patógenos, en especial el *Ganoderma Boniense* causante de la enfermedad *Ganoderma Basal Stem Rot (BSR)*, e insectos herbívoros (Sánchez-fernández et al., 2013). El proceso que consiste en cultivar el hongo al mismo tiempo que la palma de aceite para inhibir o prevenir enfermedades o aplicar una cantidad de este hongo en contacto con la planta enferma para matar o prevenir organismos no deseados que habitan la planta. (Green et al., 2010).

Otro caso similar es la creación de un biopesticida patentado a base de una mezcla de aceites extraídos de las semillas de los árboles de Nim o Neem (*Azadirachta indica*) y *Jatropha Curcas* y el aceite que se extrae de pinos como *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa*, *Pinus elliottii* y *Pinus radiata*

en América, *Pinus pinaster*, en Portugal y *Pinus radiata* en Kenia (Alarcón & Villa, 2012), con el fin de controlar y proteger las palmas de aceite contra ataques de ratas a los racimos e insectos a las flores (Sivakumaran S., 2013).

Por último, en el caso de la cosecha de los FBB (Fresh Fruit Bunches) o racimos de fruta fresca de la palma de aceite, se encuentra que existe una técnica que evita que durante el procesamiento de los frutos maduros se acumule el ácido graso libre, causante de disminuir la calidad del aceite de palma, en las máquinas procesadoras de aceite y también elimina impurezas (arena, rocas, barro, hojas, entre otros) que se mezclan con los racimos durante la cosecha y el transporte de los mismos hacia la planta de procesamiento. Este proceso lleva a cabo una serie de etapas expresadas en la tabla 20.

Tabla 20. *Método de procesamiento de racimos de fruta fresca.*

Ítem	A) Sin opciones adicionales	B) Con opciones adicionales.
Entrada	Racimos de Fruta Fresca (FFB)	Racimos de Fruta Fresca (FFB)
Proceso 1	----	Rompimiento y Desactivación Enzimática
Proceso 2	Aflojamiento	Aflojamiento
Proceso 3	Separación	Separación
Proceso 4	Limpieza	Limpieza
Salida	Frutos de palma de aceite	Frutos de palma de aceite

Nota: Adaptado de: “Method for Detaching Oil Palm Fresh Fruits”. Ahmad, G.K., Eng Ti, L. Masura, S. Número de publicación: WO2017131507.

La parte A de la tabla 20 muestra el proceso que se lleva a cabo sin etapas adicionales, mientras que la sección B muestra el proceso que se lleva a cabo a los racimos de fruta fresca con unas etapas adicionales que permiten que no se acumule el ácido graso en las máquinas mediante la eliminación enzimática y el rompimiento de estos racimos para la comodidad y plena limpieza de


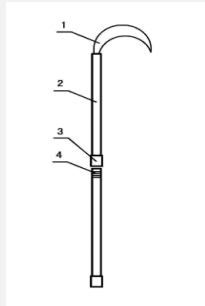
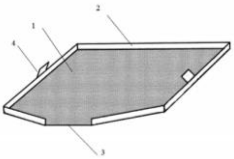
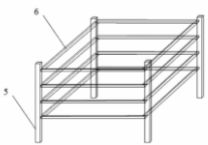
los frutos. Una vez ejecutadas las actividades de limpieza a los racimos estos se dirigen hacia un proceso posterior para la obtención de aceite de palma (AHMAD, G.K., ENG TI, L. MASURA, S., 2017).

Todos los anteriores métodos o técnicas hacen referencia a la consecución de la inocuidad de la palma de aceite, y buscan alcanzar la calidad óptima mediante la implementación de buenas prácticas de agricultura.

En cuanto a la temática de ingeniería genética se identificó la creación o implementación de mejoras genéticas a las semillas de la palma de aceite para lograr unas plántulas fuertes, adaptadas a los terrenos en donde se tiene el cultivo, resistente a plagas y patógenos, para finalmente conseguir una mayor calidad y cantidad de aceite de palma por medio de los frutos de los racimos. Los procesos que se llevan a cabo mediante la ingeniería genética deben tener un sistema para la introducción eficiente a los tejidos de los cultivos logrando plantas modificadas (Ghulam Kadir, Masura Subhi, & Ti Low, 2011). Un método de mejoramiento de genes consiste en la modificación del tiempo de floración, el tiempo de florecimiento y la producción de semillas por parte de la planta. En este caso se realiza la manipulación de un gen de la palma de aceite (Chua, Geng, & Ye, 2014). En la tabla 21 se lista un conjunto de otras publicaciones de patentes con su respectivo número de publicación, título, inventor(es), proceso en el que interviene, una breve descripción del método o tecnología y finalmente una ilustración del mismo.

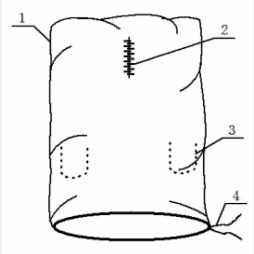
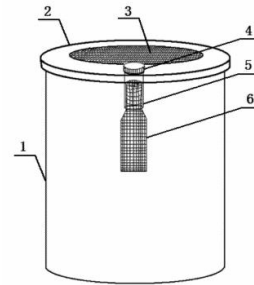
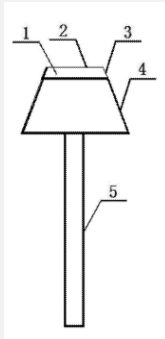
Tabla 21.

Otros documentos de patente relevantes en el eslabón crítico.

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
1	CN 202767859	Escalera plegable simple y fácil multifuncion al de palma de aceite.	Cao Hongxing, Sun Chengxu, Lei Xintao, Feng Meili, Li Jie, Wang Yong.	Cosecha	Combina un anillo de retención con una barra de acoplamiento, lo que puede facilitar la recolección de semillas de palma aceitera a gran altitud y la polinización artificial. Incluye una barra de tracción, una barra telescópica, un anillo de acoplamiento fijo y las escaleras de pie están escalonadas a ambos lados de la barra de tracción.	
2	CN 202759820	Recogedora de fruta simple para palma aceitera.	Cao Hongxing, Sun Chengxu, Lei Xintao, Feng Meili, Li Jie, Wang Yong.	Cosecha	Comprende una cimitarra de hoja de sauce, conectada fijamente con una barra de acoplamiento, y un mecanismo de conexión (tuerca y rosca) está dispuesto entre las bielas.	
3	CN 203072330	Dispositivo de secado acelerador de germinación para semillas de palma aceitera.	Zeng Xianhai, Lin Weifu, Zou Jixin, Pan Denglang, Li Weifang, Liu Zhao, Cai Mingdao, Wang Jun, Un Feng, et. al	Pre-vivero	Comprende un soporte y un recipiente de secado en forma de rejilla, el cual está diseñado como una estructura de múltiples capas y está compuesto por una pata de soporte y un marco fijado en el soporte.	1.  2. 

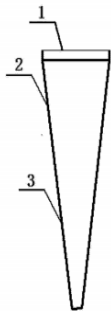
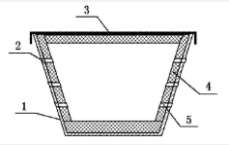
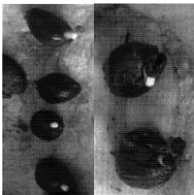
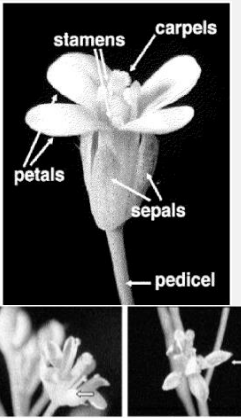
Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 21. (continuación)

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
4	CN 203290029	Bolsa de hibridación de palma aceitera.	Yao Xingcheng, Lin Weifu, Zeng Xianhai, Zhou Lijun, Zou Jixin, Zhang Xicai, Wang Jun	Hibridación de plantas	Comprende un cuerpo de bolsa con un extremo inferior abierto, una cuerda de cierre, una cremallera y se cose una bolsa para medicamentos. Aísla la inflorescencia, y previene la contaminación por polen y la invasión de insectos; asegura la pureza de las semillas.	
5	CN 203523580	Botella de cría de escarabajo hocico adulto para polinización de palma de aceite.	Huang Shanchun, Qin Weiquan, Li Chaoxu, Yan Wei, Liu Li, Ma Zilong	Cría de insectos	Biberón del gorgojo polinizador de palma aceitera, que comprende un tubo de alimentación y un cuerpo y una tapa de biberón. Proporcionan ayuda para la reproducción artificial y la aplicación del gorgojo del polinizador de palma aceitera.	
6	CN 204014487	Cortador de cosecha de doble filo para racimos de palma aceitera	Zhang Xicai, Lin Weifu, Zou Jixin, Xie Guishui, Un feng, Wang Jun, Cai Mingdao, Zeng Xianhai	Cosecha	Cuchillo de cosecha de doble filo para orejas de frutos de palma aceitera, que se compone de una cuchilla, un cuerpo de cuchilla y un mango.	

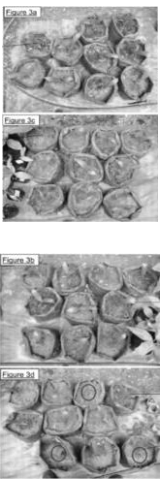
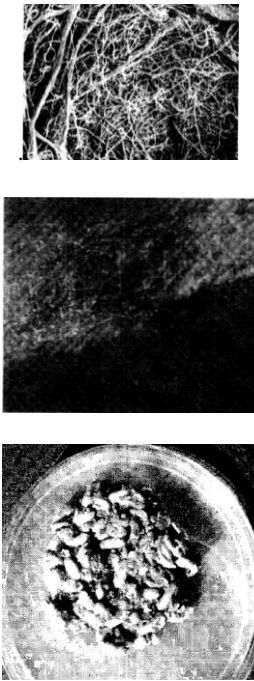
Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 21. (continuación)

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
7	CN 204244708	Cuchilla de cosecha de un solo filo para racimos de palma aceitera	Lin Weifu; Zhang Xicai; Zou Jixin; Xie Guishui; An Feng; Wang Jun; Cai Mingdao; Zeng Xianhai	Cosecha	Cuchillo de recolección de una sola cuchilla para frutas de palma de aceite. La cuchilla tiene una estructura lineal, y su sección transversal está diseñada como una estructura de triángulo isósceles.	
8	CN 205694614	Contenedor para transportar semillas de palma aceitera que brotan	Cao Hongxing; Zhou Dapeng; Shi Peng; Feng Meili	Pre-vivero	Comprende un cuerpo del contenedor y una tapa de cierre, se proporciona un orificio de ventilación y una esponja absorbente de agua en el cuerpo del contenedor.	
9	CN1049043 73 (A)	Método rápido de germinación de semillas de palma de aceite	Liu Shihong; Ni Shubang; Wei Liping; Gong Lidan	Vivero	Se acorta efectivamente el tiempo de germinación de semillas y el ciclo de producción de plántulas de palma aceitera.	
10	US20110712 84 (A1)	Novedoso Gen de TIPO B de palma de aceite	Van Der Linden Cornelis Gerardus ; Alwee Sharifah Shahrul Rabiah Syed ; Smulders Marinus Johannes Maria ; Choo Cheah Suan; et al.	Ingeniería Genética	Esta invención se refiere a mejores secuencias genéticas por la modificación de un fenotipo de una planta mediante células bacterianas o células vegetales transformadas. Esta modificación se caracteriza por tener unos detalles en las flores de la planta debido a sus genes homeóticos ya transformados	

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 21. (continuación)

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
11	US20151117 48 (A1)	Método y producto para manejar la enfermedad de Ganoderma en palma de aceite	Loh Siew Fan; Abdullah Mohd Amid Fursan Bin	Manejo de cultivo	Esta invención se refiere a un producto (en este caso la bacteria <i>Pseudomonas fluorescens</i> -Pf 5) y un método para manejar la enfermedad de Ganoderma en la palma aceitera. La figura muestra las plántulas después de 3 meses de haber hecho el tratamiento con la bacteria o sin la bacteria.	
12	US20111828 62 (A1)	Hongos endofíticos y su uso	Green Wayne A ; Herrgard Markus J ; Kerovuo Janne S ; Lomelin David ; Mathur Eric J ; Richarson Toby H ; Schwartz Ariel S ; Strobel Gary A	Manejo de cultivo/Agricultura	La presente invención se refiere a la caracterización de una nueva especie de hongo endofítico (<i>Muscodor Strobelii</i>) que produce compuestos orgánicos volátiles (ácido isobutírico) con actividad biológica contra los patógenos en las plantas, particularmente <i>Ganoderma Boninense</i> .	

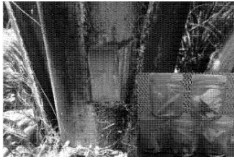

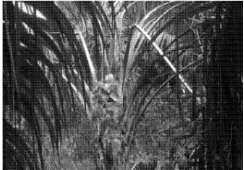

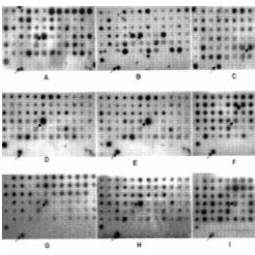
Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 21. (continuación)

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
13	WO2015034345 (A1)	Métodos para predecir el rendimiento de aceite de una prueba en la palma de aceite	NEOH BEE KEAT ; TEH HUEY FANG ; DANIAL ASMA DAZNI ; NG THERESA LEE MEI ; TIONG SOON HUAT ; MOHAMED MOHAIMI ; APPLETON DAVID ROSS ; A L K KULAVEE RASINGA M HARIKRIS HNA	Agricultura	<p>Esta aplicación se refiere a métodos para predecir el rendimiento de aceite de una planta de prueba y que comprende determinar al menos uno de los niveles de un metabolito (isoleucina, sacarosa y derivado de glucopiranososa) en una hoja de la palma de aceite de prueba en comparación con una hoja de una palma de aceite de referencia. Las figuras muestran el análisis que se hicieron para 8 palmas HY (Alto rendimiento, H#) y 8 palmas LY (Bajo Rendimiento, L#) en las hojas de las plantas número 0 y 12. En este caso se evidencia que los metabolitos encontrados en la hoja # 0 y la hoja # 12 tenían una alta variación donde ambas muestras se encontraban bien agrupadas.</p> <p>Gráfica 1: puntajes de análisis de componentes principales (PCA)</p> <p>Gráfica 2: puntajes de análisis de mínimos cuadrados parciales ortogonales (OPLS-DA) de los metabolitos del extracto metanólico</p>	<p>1.</p> <p>2.</p>

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

Tabla 21. (continuación)

No.	Número de publicación	Título	Inventor (es)	Proceso	Descripción	Imagen
14	CN1045850 41	Hoja tierna de palma de aceite con mínimo daño en la obtención del material y método de inducción de tejido calloso	PAN DENGLA NG; LIN WEIFU; ZENG XIANHA I; ZOU JIXIN; LIU ZHAO; LI WEIFAN G; LI ZHE; ZHOU JIANNA N; XIE GUISHUI	Agricultura	Esta invención proporciona un método para extraer hojas tiernas de palma aceitera con micro traumatismo y su método de inducción de callos. Este método es seguro y conveniente para recolectar explantes y es una tecnología eficiente de inducción de callo. Figura 1 explantes de hojas jóvenes y heridas recogidas. Figura 2 grado de daño del exterior y sellado de la herida después de recoger los explantes. Figura 3 método de cortar el tubo de la vaina de la hoja para recolectar y el grado de daño a la copa del árbol madre. Figura. 4 Las hojas recolectadas por microtrauma fueron inducidas al cultivo durante 60 días	1.  2.  3.  4. 
15	US20111737 19 (A1)	Promotor constitutivo de palma de aceite tipo 2	GHULA M KADIR AHMAD PARVEE Z; SUBHI SITI MASUR A ; LOW LESLIE ENG TI	Ingeniería Genética	La presente invención se refiere a un promotor genético (Secuencia corta de ADN) de una palma de aceite y a una palma genéticamente modificada. El promotor génico es útil para facilitar la expresión de características fenotípicas beneficiosas y / o deseadas en plantas, en este caso para obtener resistencia a un herbicida, resistencia a una plaga vegetal (virus, insecto, hongo o microbi).	

Nota: Adaptado de Espacenet-OMPI (2018)

3.5 Elaboración del artículo científico de carácter publicable

Este artículo es de carácter publicable y debe contener una serie de ítems, empezando por el título, autores, resumen (abstract), introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones y finalmente las referencias bibliográficas. Para la publicación del artículo científico se escogió la revista *Outlook on Agriculture*, en donde se acogen trabajos de investigación de carácter internacional e interdisciplinario. La mayor causa de escogencia de esta revista y no otra es por la 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 en la temática de *Agronomy and Crop Science*, gracias al prestigio promedio por artículo según el número y calidad de las citas, además cuenta con un índice h de 26 (llamado así gracias al físico Jorge E. Hirsch) el cual mide las citas que se han requerido de los artículos publicados en esta revista es decir “*Una revista tiene un índice h si ha publicado h artículos con al menos h citas cada uno.*” (Biblioteca universitaria de Deusto, 2018). La institución editora de esta revista es la editorial “SAGE Publishing” con sede en Newbury Park, California, Estados Unidos. En 2018 la revista fue catalogada con un factor de impacto de 1.043, en el que toma el total de citas hechas al contenido publicado en una revista en los dos años anteriores y se divide por el número de artículos y revisiones publicados por la revista en estos dos años, es así que se identifica que se posicionó con un ranking de 27 sobre 56 en agricultura y ciencias multidisciplinares acorde a los *Journal Citation Reports®* de Clarivate Analytics product.

Acorde al formato de la revista, el artículo fue redactado según las normas expuestas en sus políticas de redacción de artículos científicos. Ver apéndice N, correspondiente al artículo publicable.

4 Conclusiones

Como conclusión sobre el análisis preliminar de la literatura, acerca de los métodos de identificación de tecnologías emergentes, se puede decir que la mayoría de métodos requiere grandes cantidades de información literaria y/o científica para ejecutar los diferentes procedimientos en la identificación de las tendencias tecnológicas, y por lo general, en este análisis de los datos, es necesario contar con un experto en el tema. Las tecnologías en desarrollo poseen cierto grado de incertidumbre por lo que se debe realizar una evaluación ya sea cualitativa (hecha por expertos en el tema) o cuantitativa (por medio de recolección de datos y análisis de los mismos), esto con el fin de reconocerlas tempranamente y saber si su impacto llega a ser el óptimo requerido en el mercado y/o la industria. Generalmente, es necesario lograr una cuantificación de la evaluación con el fin de poder abarcar una visión más amplia acerca del estado actual de la tecnología en estudio.

En Colombia, la temática del manejo de la cosecha, poscosecha y transformación presenta la mayor cantidad de demanda de investigación sin cubrir (616 unidades) con respecto a los proyectos presentados por los diferentes centros de investigación, como por ejemplo la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, a pesar de ello, se ubica como la cuarta

área temática con mayor cantidad de proyectos, y el área de la calidad e inocuidad de los insumos y productos cuentan con un pendiente de 318 trabajos de investigación, lo cual demuestra que a nivel nacional, estas áreas temáticas deben tener prioridad a la hora de trazar rutas estratégicas de investigación y desarrollo tecnológico en la cadena productiva de la palma. Por otra parte, en Santander, se destaca el área de calidad e inocuidad de insumos y productos al no registrar ningún estudio al respecto, esto sumado al hecho de ser el área temática, junto a sistemas de información, zonificación y georreferenciación, que presenta la mayor cantidad de proyectos demandados sin cubrir; por este hecho, en temas de calidad dentro del sector, se debe asegurar un excelente estado de los insumos (semillas, polinizadores, agua, tierra, químicos fertilizantes entre otros) para la adición de valor en la cadena de la palma de aceite y lograr así productos competitivos dentro del sector palmicultor.

Con la interlocución realizada con el ingeniero Diego Palacio, lo consultado en la literatura gris, el portal Siembra y la base de datos de la OMPI se determina que Colombia presenta desafíos asociados a temas como el establecimiento de estrategias para aumentar la generación de conocimiento relacionado con el sector palmicultor, para lograr ser competitivo en este aspecto respecto a países no productores de palma de aceite que, a 2019, lo superan en cuanto a volumen de producción intelectual. De acuerdo a lo observado en la dinámica global, Malasia e Indonesia son referentes tanto en producción de palma de aceite como en la producción intelectual y desarrollo tecnológico de la industria del sector de la palma de aceite. Sin embargo, se presentan casos de países no cultivadores con avances a base de investigaciones como Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Francia, entre otros, los cuales juegan un papel importante en este factor. Es así que existe la importancia de promover estrategias nacionales y/o regionales para la producción intelectual de documentos científicos asociados con la aplicación de las técnicas y tecnologías para

el análisis de información asociada con factores que afectan el cultivo (el clima, el suelo, los agronómicos, las plagas y enfermedades, etc.), en la implementación de buenas prácticas (higiene, almacenamiento, manipulación de insumos, etc.) y en el desarrollo de métodos eficientes de producción que reduzcan el porcentaje de pérdidas de los productos para lograr un mayor nivel de aprovechamiento de los insumos sin afectar negativamente sus niveles de calidad e inocuidad; entre otros aspectos.

A nivel nacional se destacan la Universidad Nacional de Colombia y el Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA) como los que más publican investigaciones acerca del sector palma de aceite. El panorama regional es desalentador debido a que los pocos grupos de investigación que publican documentos acerca de temáticas de la palma de aceite no están acreditados o están en categorías inferiores de COLCIENCIAS (ahora Minciencias), aspecto que puede incidir en la evaluación de sus indicadores de producción científica, solamente un grupo adscrito a la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander (UIS) posee categoría *A1* gracias a la investigación en Bioquímica y Microbiología en sectores productivos como Cítricos, Palma de Aceite, Yuca y Ñame, entre otros.

Los estudios e investigaciones que se han realizado durante los últimos años acerca del sector productivo de la palma de aceite, y que hacen referencia al eslabón de la calidad e inocuidad de insumos y productos que debe ser llevada a cabo durante toda la cadena de producción de la palma de aceite es decir: desde que la palma se encuentra en forma de semilla en la fase de vivero o en fase agrícola, pasando por la siembra, mantenimiento del cultivo y cosecha hasta la postcosecha y la extracción hasta obtener productos finales, demuestran que este eslabón es muy importante en el sector productivo de la palma de aceite para la consecución de la productividad eficiente, ergonómica y estandarizada. Por ejemplo, se encontró que las semillas o plántulas que son

adquiridas por los pequeños agricultores de palma de aceite deben ser de alta calidad, con el fin de generar una maduración sincronizada y obtener una mayor eficiencia en costos asociados a la producción agrícola y en temas de rendimiento de aceite de palma por hectárea sembrada. Sin embargo, no se debe olvidar que estos estudios relacionados al eslabón crítico deben considerar los casos de posibles plagas y enfermedades (Marchitez sorpresiva, Pudrición del cogollo, Pudrición del estípite y Anillo rojo). A partir de los documentos encontrados, los problemas más relevantes que afectan la calidad de los insumos y productos se producen durante la siembra y el cuidado de la palma, es decir al tratar de protegerla de enfermedades y plagas, en la cosecha de los racimos y sus frutos frescos (identificados gracias a las cámaras digitales que ofrecen una visualización de contrastes para determinar la madurez y que permiten la georreferenciación para la programación del recorrido de recolección) y en el transporte que es otra parte importante en la que se deben llevar a cabo protocolos de seguridad industrial y alimentaria. Por otro lado, se encontró que Malasia es líder en investigación acerca de la calidad e inocuidad de insumos y productos de la palma de aceite gracias al departamento de tecnología agrícola en la facultad de Agricultura de la Universidad de Putra Malaysia y el centro de investigación gubernamental Malaysian Palm Oil Board, mientras que Colombia cuenta con poca participación en investigación, y la institución que ha publicado sobre el eslabón, es la Universidad Nacional de Colombia.

Como resultado al análisis del estado y tendencias tecnológicas del sector de la palma de aceite, se tiene evidencia acerca de técnicas para ser aplicadas en agricultura (siembra de cultivos, manejo de cultivos, cosecha, poda, métodos anti enfermedades, etc.) e ingeniería genética (mejoramiento de semillas, modificación del tiempo de floración, creación de palmas resistentes a enfermedades e insectos, etc.). En cuanto a países con la mayor cantidad de registros de patentes se destacan

Malasia y Estados Unidos con 203 y 183 registros, respectivamente; por otra parte, se evidencia que tan sólo tres de ellas pertenecen a Colombia.

Como referente o líder tecnológico en el eslabón de calidad e inocuidad de insumos y productos se encuentra Malasia, en este país destaca su centro de investigación Malaysian Palm Oil Board y Sime Darby Malaysia Berhad, en segundo lugar se identificó a Estados Unidos de América gracias a Valent Biosciences CORP., Synthetic Genomics y BASF Plant Sciences con filial en EUA, mientras que Indonesia no ha patentado métodos o tecnologías en el eslabón crítico mencionado. Profundizando en el área de agricultura, área de clasificación internacional de patentes que más resultados asociados obtuvo, se evidenciaron dos métodos patentados para lograr la calidad e inocuidad de insumos y productos mejorando el rendimiento de aceite de palma de los racimos mediante la identificación de plantas de alto rendimiento por medio de espectrometría y otro método para aumentar el rendimiento del aceite de palma en la producción que consiste en el uso del ácido 1-Metilciclopropano (1-MCP). Seguidamente se encuentra la protección o inhibición contra plagas y enfermedades, en este caso se plantea una patente con la aplicación de un hongo endófito (*Muscador Strobelii*) que puede habitar en las plantas sin ningún problema. En cuanto a la temática de ingeniería genética hace referencia a la creación o implementación de mejoras genéticas a las semillas de la palma de aceite para lograr unas plántulas fuertes, adaptadas a los terrenos en donde se tiene el cultivo, resistente a plagas y patógenos y finalmente para conseguir una mayor calidad y cantidad de aceite de palma por medio de los frutos de los racimos. Igualmente, se observó un conjunto de patentes que hace referencia a técnicas y tecnologías, de uso fácil que prometen un aumento en el rendimiento de los procesos productivos para los que son diseñados, por ejemplo, el caso de la escalera plegable, herramientas de cosecha para frutas, dispositivos de secado con una estructura de múltiples capas que aceleran el proceso de

germinación de las semillas de la palma de aceite, contenedores para transportar semillas conservando la calidad de las mismas, métodos para tratar la enfermedad de Ganoderma en la palma de aceite, productos y técnicas para el manejo de residuos agroindustriales a partir de agentes orgánicos, entre otros, los cuales son aplicables en el cultivo de la palma de aceite en Santander y en las demás regiones del país.

5 Recomendaciones

Partiendo de las problemáticas presentadas, en cuanto al papel que cumple el sector de la palma de aceite en Colombia y a nivel global, se sugiere establecer un plan de acción mediante la alianza y colaboración de actores tales como entidades públicas y privadas, instituciones educativas y de investigación tanto nacionales como internacionales, que tenga como propósito plantear y emprender la producción eficiente de cultivos de palma y obtener una mayor inversión de la industria para agregar valor a la cadena productiva mediante técnicas y/o tecnologías disruptivas, para así lograr una sostenibilidad económica respecto a los precios internacionales establecidos sin sacrificar el beneficio del agricultor y demás familias involucradas en el proceso.

Atendiendo la demanda de proyectos, suministrados por el portal Siembra, se recomienda utilizar la información planteada y analizada en este proyecto, y se propone investigar acerca de las siguientes temáticas: la calidad e inocuidad de insumos y productos, fisiología vegetal y nutrición, fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales, manejo de suelos y aguas, sistemas de información, zonificación y georreferenciación, y manejo ambiental y sostenibilidad,

ya que presentan un reducido número de trabajos realizados en cada área mencionada lo que complica la generación de avances por la poca información disponible sobre estos estudios. Por otro lado, se debe dedicar esfuerzos en proyectos sobre manejo de la cosecha, poscosecha y transformación, transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación, y socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial, por la existencia de proyectos demandados sin cubrir, perjudicando en cuanto a la satisfacción de necesidades de estudios para fortalecer el componente I+D+i dentro del sector estratégico de la palma de aceite.

Se observa una deficiencia en materia de patentes en el eslabón crítico de calidad e inocuidad de insumos y productos a nivel nacional, por lo que se recomienda establecer prontamente una serie de alianzas entre gobierno, empresa y academia para la generación de invenciones de técnicas y de tecnologías emergentes para desarrollar científica y tecnológicamente el sector productivo mediante la consecución de una producción eficiente y sostenible de la palma de aceite, del fruto de los racimos y de sus derivados. Una vez superada la fase crítica de dicho eslabón es indispensable la investigación de otros eslabones que presentan debilidad, acompañada de la promoción pública y social de las invenciones como consecuencia de la inversión de las organizaciones que hacen parte de la industria junto con el trabajo colaborativo de la academia y el acompañamiento de políticas públicas que apoyen este tipo de iniciativas. Posteriormente, se identifica como necesario establecer políticas públicas y/o empresariales que permitan generar la difusión y comunicación de la tecnología, así como hacer efectiva la transferencia de conocimiento y la aplicación de técnicas, por parte del pequeño agricultor junto con las empresas, pues una de las principales dificultades que afronta este gremio es la carencia de conocimientos y acompañamiento en la manipulación y ejecución de las nuevas tecnologías.

Para trabajos posteriores, se recomienda la realización de estudios prospectivos a 20 años en aras de dar una visión del camino a recorrer por el sector de la palma de aceite, planteando posibles escenarios a partir de la información del pasado y presente, y con base en éstos determinar estrategias y acciones necesarias para alcanzar un horizonte próspero propuesto, según el comportamiento del sector y del mercado a nivel mundial, sobre todo, teniendo como referencia a países con un papel clave como Malasia.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, G.K., Eng Ti, L. Masura, S. (2017). METHOD FOR DETACHING OIL PALM FRESH FRUITS.
- Alarcón, E. A., & Villa, A. L. (2012). Síntesis de nopol a partir de trementina: revisión del estado del arte, 8, 281–305.
- Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2013). World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision. FAO: Agricultural Development Economics Division. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-ap106e.pdf>
- Andrade, J. M., Quintero, A., & Plazas Ramírez, E. (2017). Vigilancia tecnológica del sector agroindustrial. *Revista Entornos*, 30 (2), 23–35.
- Aziz, A., Rosnah, M., Mohamadia, B., Wan, W., Chen, K.(1990). Ripeness standard: any sign of loose fruit and with one loose fruit per bunch as the minimum standard.
- Banco Interamericano de Desarrollo, BID (2014). The Next Global Breadbasket: How Latin America Can Feed the World: A Call to Action for Addressing Challenges & Developing Solutions. Retrieved from <https://publications.iadb.org/handle/11319/6436?locale-attribute=es&>
- BID (2017). Brasil apuesta por la innovación para impulsar su desarrollo económico y mejorar la productividad empresarial. Retrieved from <https://www.iadb.org/es/noticias/brasil-apuesta-por-la-innovacion-para-impulsar-su-desarrollo-economico-y-mejorar-la>
- Banco Mundial (2015). The World Bank: Data. BID & Global Harvest Initiative. Retrieved from data.worldbank.org

- Base de datos Scopus. (2013). Obtenido de <https://www.recursoscientificos.fecyt.es/licencias/productos-contratados/scopus>
- Biblioteca universitaria de Deusto. (2018). Índices de impacto: Índice H. Universidad de Deusto, España. Retrieved from <https://biblioguias.biblioteca.deusto.es>
- Chua, N.-H., Geng, Y.-F., & Ye, J. (2014). FLOWERING MODIFICATION IN THE PALM FAMILY. SINGAPORE.
- COLCIENCIAS. 2016. Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores. Bogotá.
- Comité comité Universidad Empresa Estado de Santander (CUEES). 2019. Comisión Regional de Competitividad. Retrieved December 21, 2019 from: <http://www.santanderinnova.org.co/secciones-21-s/mision---vision.htm>
- Consejo Mexicano para el Desarrollo de la Palma de aceite, COMEXPALMA (2019). Entorno Mundial y Nacional del Aceite de Palma. Retrieved December 14, 2019 from <https://www.comexpalma.org/2017/images/docs/situacion-palma-aceite-2017.pdf>
- Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, CENIPALMA (2018). Informe de Labores Cenipalma 2018. Retrieved from: <http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Informe-de-labores-2018/Informe-de-Labores-Cenipalma-2018.pdf>
- Cristòfol Rovira. (2008) Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para SEM-SEO. Recuperado de: <http://www.hipertext.net>.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias. (2016). Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores (Versión Ajustada del Documento de diciembre 18 de 2015). Bogotá D.C.

- Elsevier. (2018), Scopus content: High quality, historical depth and expert curation. Retrieved from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>
- European Palm Oil Alliance. (2017). Historia del aceite de palma; Datos y cifras. Retrieved from <http://www.bancomundial.org/temas/cities/datos.htm>
- Franco Bautista, P. N. (2010). INTERVENCIÓN DE LA PRESENCIA DE INSECTOS Y PATÓGENOS EN EL CULTIVO.
- FAO. (2007). Desafíos relativos al fomento de los agronegocios y la agroindustria. Retrieved from <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/meeting/011/j9176s.pdf>
- FAO. (2013). El estado de la agricultura y la alimentación. Retrieved September 14, 2019 from <http://www.fao.org/3/a-i3300s.pdf>
- Fedepalma (2002). Guía ambiental para el subsector de la agroindustria de la palma de aceite.
- Fedepalma (2011). Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.
- Fedepalma (2016). Desempeño del sector palmero colombiano. Retrieved December 12, 2019 from http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016_Desempen%CC%83o_sector_2015_2016.pdf
- Fedepalma (2018). El Palmicultor. Edición Febrero 2018 No. 552. 28 páginas. ISSN 0121-2915. Bogotá, Colombia.
- Fedepalma (2018). Balance económico del sector palmero colombiano en el segundo trimestre de 2018. Edición Octubre. 12 páginas. ISSN 2357-5581. Bogotá, Colombia.
- Ghulam Kadir, A. P., Masura Subhi, S., & Ti Low, L. E. (2011). CONSTITUTIVE PROMOTER FROM OIL PALM TYPE 2.
- Gómez A. C., (2016) Globalización y desarrollo económico, Colombia como caso de estudio. Publicaciones EAFIT Vol. 7, 02. July - December 2016, Colombia.

- González, A. I., Gómez, D. D., & Muñoz, L. M. (2015). *Guía Práctica InnoViTech: Vigilancia Tecnológica para la Innovación* (1ra Edición). Rionegro, Antioquia.
- Green, W., Herrgard, M., Kerovuo, J., Lomelin, D., J., M., Richarson, T., Strobel, G. A. (2010). *ENDOPHYTIC FUNGUS AND USES THEREFOR*. United States of America.
- Grupo Banco Mundial. (2015). Datos estadísticos. Retrieved from: <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.ARBL.ZS?view=chart>
- Grupo de Investigación INNOTECH. (2017). Grupo de investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento INNOTECH. Retrieved from <http://www.innotec.com.co/>
- Grupo Jaremar. (2016). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la Producción Sostenible de la Palma Aceitera por Pequeños Productores*. Grupo Jaremar. 1a ed. La Lima, Cortés : WWF. Retrieved from http://www.fhia.org.hn/downloads/pdfs_palma_aceitera/manual_buenas_practicas.pdf
- Guaiteiro, B. (2011). *Vigilancia tecnológica como metodología para el direccionamiento estratégico de la investigación: Caso cadena del ají en Colombia*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/263426011_Vigilancia_tecnologica_como_metodologia_para_el_direccionamiento_estrategico_de_la_investigacion_Caso_cadena_del_aji_en_Colombia.
- Guevara Patiño, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios*, 44, 165–179. <https://doi.org/10.17227/01234870.44folios165.179>
- Hermann, A., & González, H. (2003). *Marco socioeconómico de la protección a la producción agropecuaria en Colombia: La competitividad como referencia para la acción del ICA*.

- Hurtado, T. & Bruno, G.(2005). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta en la toma de decisiones en la selección de proveedores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas Escuela Académico Profesional de Investigación Operativa. Lima, Perú.
- Jakobiak, F. (1991). *Pratique de la velle technologique*, París: Les Edition d'Organisation.
- Kostoff, R. N., Boylan, R., & Simons, G. R. (2004). Disruptive technology roadmaps. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 141–159.
[https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00048-9](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00048-9)
- Leibovich, J., & Estrada, L. (2011). Balance y Perspectivas del Sector Agropecuario Colombiano - SAC - Sociedad de Agricultores de Colombia. Informe Nacional de Competitividad 2011 – 2012, Departamento Nacional De Planeación (DNP), 139–168.
- Lucia, L. P., Facundo, M. G., & Catalina, C. V. (2014). *Guía para Construir Estados del Arte*.
- Ma, J., & Porter, A. L. (2015). Analyzing patent topical information to identify technology pathways and potential opportunities. *Scientometrics*, 102(1), 811–827.
<https://doi.org/10.1007/s11192-014-1392-6>
- Martínez, G. (2013). *Panorama de la agroindustria palmera: retos y oportunidades*.
https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Panoramaagroindustriapalmeraretosyopportunidades_opt.pdf
- Martínez L., Gerardo., Sarria, Greicy A., Torres L., Gabriel A., Varón, Francia., Romero A., Hernán M., Sáenz S., Jose I. (2010). Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Revista palmas*. Vol. 31 No. 1. 55-63p.

- Mat Sharif, Z. B., Mohd Taib, N.B., Bin Yusof, M.S., Bin Rahim, M.Z., Bin Mohd Tobi, A.L., Bin Othman, M.S. (2017). Study on Handling Process and Quality Degradation of Oil Palm Fresh Fruit Bunches (FFB). IOP Publishing, Mechanical Engineering, Science and Technology International Conference. LINK DOI:doi:10.1088/1757-899X/203/1/012027
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR (2005). Agronet - Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario. Retrieved from <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR (2016). Estrategia Colombia Siembra. Retrieved from https://www.minagricultura.gov.co/Documents/Estrategia_Colombia_Siembra.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina (2015). Guía nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica (VeIE): Buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIE. Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - Minciencias. (2016). Guía para el reconocimiento y medición de grupos de investigación e investigadores. Retrieved from http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/guia-reconocimiento-y-medicion-de-grupos-e-Investigadores.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - Minciencias. (2010). Institucionalidad de la Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia. Bogotá D.C. Retrieved from <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/759/371.%20INSTITUCION%20ALIDAD%20CT%20E%20I%20FRANCISCO%20MIRANDA%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mohd Kassim, M.S., Wan Ismail, W.I., Rahman Ramli, A., Khairunniza Bejo, S. (2012). Oil palm fresh fruit bunches (FFB) growth determination system to support harvesting operation. WFL Publisher Science and Technology. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.10 (2): 620-625.
- Montoya Mosquera Mauricio, Hernández Bernal Paloma, C. S. Á. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena de oleaginosas, grasas y aceites en Colombia con énfasis en oleína roja. MADR; UNAL; Cenipalma; Fedepalma.
- Neoh, B., Teh, H., Danial, A., Ng, T., Tiong, S., Mohamed, M., Kulaveerasingam, H. (2015). Methods for Predicting Oil Yield of a Test Oil Palm Plant. MALAYSIA.
- OMPI. (2018). Clasificación Internacional de Patentes. Obtenido en Enero 5, 2019, de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>
- OMPI (2010). Fomento de la innovación en Brasil. Retrieved December 12, 2019, from https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2010/05/article_0005.html
- ONU. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved January 30, 2019, from <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PDD. (2016). Plan de Desarrollo Departamental Santander Nos Une; 2016 - 2019, 419. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- PECTIA. (2016). Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano: Cadena agroalimentaria de la Palma.
- Portal InfoAgro (2019). El cultivo de la palma africana. Retrieved September 14, 2019 from https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm

- Portal Siembra (2017). Indicadores de inversión pública en el sector agropecuario. Retrieved December 10, 2019 from <http://www.siembra.gov.co/Indicadores/Indicador/DetalleContenido>
- Rath, A., Petracek, P. D., Lopez, J., Villalobos Acuña, M., Venburg, G. D., & Shafer, W. E. (2017). METHODS FOR INCREASING OIL PALM YIELD. United States of America.
- Reguant-Álvarez, M. y Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació , 9 (1), 87-102. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916
- Rocha, P. J. (2007). Sanidad de la palma de aceite: diagnóstico e investigación integral liderada por el gremio palmero colombiano. Revista Palmas, 28(2), 87–98. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1215>
- Romero, H. M. (2008). Lineamientos de la agricultura de precisión para la sostenibilidad y la competitividad de la palma de aceite, 16–17.
- Rosales C., J. R. (2010). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*).
- Rovira, C. (2008). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para SEM-SEO (En línea). Núm. 6, 2008. Recuperado de <http://www.hipertext.net>
- Sánchez-fernández, R. E., Sánchez-ortiz, B. L., Sandoval-espinosa, Y. K. M., Ulloa-benítez, Á., Armendáriz-guillén, B., Claudia, M., & Martha, G. (2013). Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas, 16(2), 132–146.
- Sivakumaran, S. (2013). BIOPESTICIDE. MALAYSIA
- Song, K., Kim, K., & Lee, S. (2017). Identifying promising technologies using patents: A retrospective feature analysis and a prospective needs analysis on outlier patents.

Technological Forecasting and Social Change.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.008>

Spinak, E. (1998). Indicadores Cienciométricos. Revista: *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, p. 141-148. São Paulo, Brasil.

Torres-zamudio, M. (2016). Estudio de vigilancia tecnológica sobre el desarrollo de patentes en el campo de la producción y transformación de durazno Patent development in the peach production and, 14(1), 15–29.

Vaseashta, A. (2012). Advanced sciences convergence based methods for surveillance of emerging trends in science, technology, and intelligence. Revista: *foresight*, VOL. 16 NO. 1 2014, pp. 17-36. Virginia, USA.

Veletsianos, George. (2010). Emerging technologies in distance education. Editorial Au Press.

Velayuthan, A. (1980). Procesamiento y control del aceite de palma.