

Estudio de vigilancia tecnológica para identificar tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el  
sector citrícola

Laura Katherine Soler Muñoz

Trabajo de grado para optar al título de ingeniera Industrial

Director

Luis Eduardo Becerra Ardila

M. Sc. en Administración

Codirector

Jessica Eugenia Vásquez Báez

Ms. (c) en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo, lo dedico principalmente a mis papás Librado y Luz quienes con todo su amor, trabajo, esfuerzo y sacrificio me han ayudado a lograr uno de mis anhelos más grandes. Gracias porque siempre han confiado en mí. Me siento afortunada de tenerlos.

A mi abuelita Jacoba, tía Gloria y Cecilia por brindarme un apoyo emocional en los momentos de adversidad, por enseñarme todos los días sobre valores éticos, morales y la fe en Dios que ha impactado de manera asertiva en mi vida profesional y espiritual.

A todos los miembros de mi Familia Muñoz quienes me han apoyado, amado y acompañado durante mis estudios universitarios.

A mis tíos y familia Soler, quienes han inculcado en mí el ejemplo del esfuerzo y la perseverancia que me han traído hasta donde estoy hoy. Para mí siempre será un privilegio tener a una familia tan maravillosa.

A mi sobrino Dilan Soler quien ha sido un motor y motivación y a quien amo con todo mi corazón.

A mi hermana Leidy Soler quien ha sido mi amiga, compañera y consejera en los momentos más duros, y a quien deseo tener junto a mí por el resto de mi vida.

A Nicolay Camargo, sus hermanos, papas y familia, quienes me abrieron las puertas de su hogar desde el primer día y me han hecho sentir siempre como un integrante más de su familia.

A mi amiga Marilyn Franco y su familia por apoyarme cuando más los necesito, por extenderme su mano en momentos difíciles y por el amor que me brindan cada día.

### **Agradecimientos**

En primer lugar, doy gracias a Dios por darme todos los días las fuerzas de continuar y avanzar para obtener uno de mis anhelos más deseados.

Al PhD Luis Becerra, quien, con su experiencia, su dirección y orientación, hicieron posible la ejecución del presente trabajo de grado.

De manera especial agradezco a mi codirectora Ms (c) Jessica Vásquez, quien, con su constancia, paciencia, disposición y conocimiento me brindo aportes significativos y acertados que contribuyeron de manera valiosa al desarrollo y la culminación de este trabajo de grado.

Quiero agradecer también a los docentes y miembros de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, quienes me enseñaron, me guiaron y aportaron a mi vida profesional desde su experiencia y conocimiento.

Quiero expresar mi reconocimiento a la Universidad Industrial de Santander por las atenciones, la información brindada, y todo el apoyo académico y financiero a lo largo de mis estudios universitarios.

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida, quienes te acompañan y hacen que tus metas sean más fáciles de alcanzar. Agradezco de corazón a Nicolay Camargo, porque con su apoyo incondicional todos nuestros proyectos y metas se siguen haciendo realidad. Gracias a su amor, consejos, motivación y paciencia he alcanzado este importante logro en mi vida.

Agradezco con mucho cariño a mis primos Daniel, Fernando y Alexander, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi carrera, más que primos los considero mis hermanos, siempre han estado ahí presentes en las buenas y malas circunstancias.

Para finalizar quiero reconocer y agradecer a mi padrino Pablo quien ha confiado siempre en mí y me ha apoyado en todas mis decisiones y que, de no ser por él, no estaría donde estoy hoy.

**Tabla de contenido**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción .....                                                    | 15 |
| 1. Definición del proyecto.....                                       | 18 |
| 1.1. Generalidades del proyecto.....                                  | 18 |
| 1.1.1. Título.....                                                    | 18 |
| 1.1.2. Modalidad. ....                                                | 18 |
| 1.1.3. Tabla de resultados. ....                                      | 18 |
| 1.1.4. Nombre de los grupos de investigación y grupo de estudio ..... | 19 |
| 1.2. Planteamiento del problema.....                                  | 19 |
| 1.3. Objetivos .....                                                  | 23 |
| 1.3.1. Objetivo general.....                                          | 23 |
| 1.3.2. Objetivos específicos .....                                    | 23 |
| 2. Marco de referencia .....                                          | 24 |
| 2.1. Marco de antecedentes .....                                      | 24 |
| 2.2. Marco teórico. ....                                              | 28 |
| 2.2.1. Macroproyecto laboratorio vivo. ....                           | 28 |
| 2.2.2. Vigilancia tecnológica. ....                                   | 29 |
| 2.2.3. Industria 4.0. ....                                            | 29 |
| 2.2.4. Sector citrícola colombiano .....                              | 30 |
| 2.2.5. Revisión de la literatura .....                                | 31 |
| 2.2.6. Cítricos .....                                                 | 31 |

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.6.1. Los limones.                                                                                                                               | 31 |
| 2.2.6.2. Las mandarinas.                                                                                                                            | 32 |
| 2.2.6.3. Los tangelos                                                                                                                               | 32 |
| 2.2.6.4. Las Toronjas.                                                                                                                              | 33 |
| 2.2.7. Cadena productiva de los cítricos .....                                                                                                      | 34 |
| 2.2.8. Análisis de patentes.....                                                                                                                    | 35 |
| 3. Desarrollo metodológico.....                                                                                                                     | 36 |
| 3.1. Fase 1: Revisión de la literatura sobre industria 4.0: .....                                                                                   | 37 |
| 3.1.1. Revisión de la literatura gris .....                                                                                                         | 38 |
| 3.1.2. Selección de bases de datos .....                                                                                                            | 38 |
| 3.1.3. Prototipado de la ecuación de búsqueda .....                                                                                                 | 39 |
| 3.1.4. Criterios de inclusión, exclusión y calidad para el análisis de documentos. ....                                                             | 40 |
| 3.1.5. Identificación de documentos relevantes y selección de muestra.....                                                                          | 41 |
| 3.1.6. Análisis e identificación de tendencias .....                                                                                                | 42 |
| 3.2. Fase 2 Análisis de la literatura científica sobre el sector citrícola .....                                                                    | 42 |
| 3.2.1. Identificación de la necesidad de la vigilancia para detectar los factores críticos en la<br>cadena productiva del subsector citrícola ..... | 42 |
| 3.2.2. Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias científicas.....                                                               | 43 |
| 3.2.3. Análisis de la información. ....                                                                                                             | 47 |
| 3.2.4 Reporte del estado de la ciencia.....                                                                                                         | 47 |
| 3.3 Fase 3. Análisis de patentes sobre cosecha y postcosecha de cítricos. ....                                                                      | 48 |
| 3.3.1 Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias tecnológicas. ....                                                              | 48 |
| 3.3.2. Análisis de la información. ....                                                                                                             | 50 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.3 Reporte del estado de la técnica.....                                             | 51 |
| 3.4 Fase 4. Elaboración de un artículo de carácter publicable.....                      | 51 |
| 4. Resultados.....                                                                      | 51 |
| 4.1 Revisión de la literatura gris sobre tecnologías asociadas a la industria 4.0 ..... | 51 |
| 4.1.1 Análisis bibliométrico.....                                                       | 52 |
| 4.1.1.1 Cantidad de documentos publicados anualmente por cada una de las fuentes.       | 53 |
| 4.1.1.2 Cantidad de documentos por autor.                                               | 55 |
| 4.1.1.3 Cantidad de documentos por país.                                                | 56 |
| 4.1.1.4 Documentos según área con mayor participación investigativa.                    | 57 |
| 4.1.1.5. Análisis preliminar de la literatura.                                          | 57 |
| 4.2 Análisis de la literatura científica en el sector citrícola. ....                   | 59 |
| 4.2.1 Identificación de factores críticos de vigilancia.....                            | 59 |
| 4.2.1.1. Sistemas de nutrición.                                                         | 59 |
| 4.2.1.2. Sistemas de riego.                                                             | 59 |
| 4.2.1.3 Control de plagas y enfermedades.                                               | 59 |
| 4.2.1.3.1. La mosca de fruta.....                                                       | 60 |
| 4.2.1.3.2. Lapilla .....                                                                | 60 |
| 4.2.1.3.3. Minador de los cítricos.....                                                 | 60 |
| 4.2.1.3.4. Psila africana. ....                                                         | 60 |
| 4.2.1.3.5. Coccidios.....                                                               | 60 |
| 4.2.2. Dinámica mundial de publicaciones científicas a través del tiempo. ....          | 61 |
| 4.2.3 Dinámica de publicaciones científicas por área temática. ....                     | 63 |
| 4.2.4 Actores sobresalientes.....                                                       | 65 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.4.1 Países líderes en investigación.                                                | 65 |
| 4.2.4.2 Investigadores líderes (autores).                                               | 66 |
| 4.2.4.3 Instituciones líderes.                                                          | 67 |
| 4.2.5 Estado y tendencias científicas de la cosecha y postcosecha de cítricos. ....     | 68 |
| 4.2.6 Estado y tendencias científicas de cítricos en Santander. ....                    | 70 |
| 4.3 Análisis del estado de tendencias tecnológicas de los cítricos. ....                | 72 |
| 4.3.1 Dinámica global de patentes. ....                                                 | 72 |
| 4.3.2 Actores sobresalientes.....                                                       | 78 |
| 4.3.2.1 Países líderes en investigación aplicada.                                       | 78 |
| 4.3.2.2 Inventores líderes.....                                                         | 80 |
| 4.3.2.3 Instituciones líderes (Entidades apoderadas).                                   | 81 |
| 4.3.3 Panorama del conocimiento técnico. ....                                           | 83 |
| 4.3.4. Estado y tendencias tecnológicas asociadas a la industria 4.0 en Santander. .... | 84 |
| 5. Conclusiones.....                                                                    | 88 |
| 6. Recomendaciones .....                                                                | 90 |
| Referencias Bibliográficas .....                                                        | 91 |

### Lista de Tablas

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.....                                                                         | 18 |
| Tabla 2. Criterios de inclusión, exclusión y calidad. ....                                                      | 40 |
| Tabla 3. Palabras que conforman la segunda iteración de búsqueda para el estado de tendencias científicas ..... | 44 |
| Tabla 4. Palabras excluidas de la segunda iteración del estado de tendencias científicas de los cítricos.....   | 45 |
| Tabla 5. Clasificación de códigos IPC teniendo en cuenta letra inicial según el ámbito. ....                    | 49 |
| Tomado de OMPI. ....                                                                                            | 49 |
| Tabla 6. Palabras clave y sus respectivos Thesaurus. ....                                                       | 52 |
| Tabla 7. Descripción de IPC según la OMPI.....                                                                  | 75 |
| Tabla 8. Descripción de IPC según la OMPI.....                                                                  | 77 |
| Tabla 9. Muestra de patentes de Estados Unidos encontradas en Lens.org.....                                     | 80 |
| Tabla 10. Principales áreas asociadas a demandas de la cadena de cítricos en Colombia .....                     | 85 |
| Tabla 11. Colección de patentes colombianas encontradas en la plataforma OMPI (2023). ....                      | 86 |



### Lista de Figuras

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Limón o Lima Tahití. ....                                                                                        | 32 |
| Figura 2. Mandarina. ....                                                                                                  | 32 |
| Figura 3. Tangelo. ....                                                                                                    | 33 |
| Figura 4. Toronja. ....                                                                                                    | 33 |
| Figura 5. Fases del proyecto. ....                                                                                         | 36 |
| Figura 6. Etapas de la revisión de la literatura de tecnologías asociadas a la industria 4.0. ....                         | 37 |
| Figura 7. Tendencias científicas de cosecha y postcosecha de cítricos de publicaciones durante los últimos diez años. .... | 46 |
| Figura 9. Número de documentos por fuente al año, 2022. ....                                                               | 54 |
| Figura 10. Cantidad de documentos publicados por autor al año 2022. ....                                                   | 55 |
| Figura 11. Países con mayor número de publicaciones según la base de datos Scopus, 2022. ....                              | 56 |
| Figura 12. Documentos según área de investigación según base de datos Scopus, 2022. ....                                   | 57 |
| Figura 13. Cantidad de artículos científicos que se relacionan con la cosecha y postcosecha de cítricos. ....              | 62 |
| Figura 14. Número de documentos citados por año, hasta el año 2021. ....                                                   | 63 |
| Figura 15. Número de documentos publicados por área temática. ....                                                         | 64 |
| Figura 16. Número de documentos publicados por país. ....                                                                  | 65 |
| Figura 17. Número de documentos publicados por autor. ....                                                                 | 66 |
| Figura 18. Número de documentos publicados por institución. ....                                                           | 67 |
| Figura 19. Distribución de patentes por año de publicación. ....                                                           | 73 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 20. IPC más desarrollados por patentes.....                                      | 74 |
| Figura 21. Relación en el tiempo de las patentes publicadas con respecto a los IPC..... | 76 |
| Figura 22. Principales países donde se avalan patentes.....                             | 79 |
| Figura 23. Distribución de publicaciones de patentes por inventores. ....               | 81 |
| Figura 24. Distribución de organizaciones por patentes.....                             | 82 |

### **Lista de Apéndices**

**Ver apéndices adjuntos en carpeta.**

Apéndice A. Soporte de matrícula Trabajo de Grado II.

Apéndice B. Muestra documentos seleccionados para análisis preliminar de literatura.

Apéndice C. Carta cumplimiento de objetivos.

Apéndice D. Resultado objetivo 4. Artículo de carácter publicable.

### Glosario

**Agricultura 4.0:** es el análisis de datos sobre el campo que busca el mejoramiento de procesos en menos tiempo y de mejor calidad, en los cultivos en el campo, además de la implementación en el cuidado del medio ambiente. Lo que se realiza por medio del uso de nuevas tecnologías asociadas a la industria 4.0 como drones, sensores, software, métodos, herramientas, etc. Que tienen la capacidad de optimizar la cadena productiva agrícola. (AgroSpray, 2020).

**Industria 4.0:** hace parte de la nueva fase en la revolución industrial, encaminada en la interconectividad, la automatización, y los datos en tiempo real. (Epicor, 2019).

**Pandemia:** es la propagación mundial de una nueva enfermedad. Se da cuando la enfermedad es propagada por el mundo y la mayoría de las personas no tienen inmunidad contra ella. (La tercera, 2020).

**Tecnología 4.0:** entre las principales tecnologías 4.0 se encuentran: Big Data y análisis de datos, Robots autónomos, Simulación, Sistemas para la integración vertical y horizontal, IoT (Internet de las cosas), Ciberseguridad, Cloud computing, Fabricación aditiva. (Universidad VIU, 2022).

## Resumen

**Título:** Estudio de vigilancia tecnológica para identificar tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector citrícola.\*

**Autor:** Laura Katherine Soler Muñoz\*\*

**Palabras Clave:** Vigilancia tecnológica, sector citrícola, industria 4.0.

### Descripción:

Colombia cuenta con un alto potencial en superficies de siembra de cítricos. De acuerdo con Asohofrucol (2018), el país tiene una superficie de 97.275 hectáreas de cítricos sembradas, que además cuenta con un volumen de producción de 1'206.856 toneladas. El comportamiento del sector citrícola en Santander es cada vez más interesante, ya que como afirma el Instituto Colombiano Agropecuario, Santander es el principal productor de limón Tahití del país, Santander, cuenta con 21. 556 hectáreas sembradas de cítricos entre limón, naranja y mandarina entre otras variedades que producen 306.678 toneladas por año (ICA, 2021).

Sin embargo, según datos del DANE (2020), el sector citrícola no ha mostrado avances considerables en crecimiento en los últimos tiempos, por tanto, se requiere del planteamiento de estrategias y aporte de conocimiento desde las universidades por medio de investigaciones que impacten positiva y significativamente el campo.

El presente documento expone un estudio de vigilancia tecnológica que busca aportar a la identificación de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector citrícola. Se realiza por medio de una revisión de literatura sobre industria 4.0, utilizando la base de datos Scopus para el respectivo análisis. Además, se determinan las necesidades del sector citrícola para definir los factores críticos de vigilancia tecnológica asociada a la industria 4.0 y así establecer tendencias científicas en el sector citrícola. Finalmente, se describen las mejores técnicas y herramientas tecnológicas asociadas a la industria 4.0 en el sector citrícola.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila, PhD en Ingeniería, área gestión y desarrollo tecnológico. Codirector: Jessica Eugenia Vásquez Báez, MSc (c) en Ingeniería Industrial.

### Abstract

**Title:** Technological surveillance study to identify technologies associated with Industry 4.0 in the citrus sector.\*

**Author:** Laura Katherine Soler Muñoz\*\*

**Key Words:** Technological surveillance, citrus sector, industry 4.0

**Description:** Colombia has a high potential in citrus planting areas. According to Asohofrucol (2018), the country has an area of 97,275 hectares of citrus planted, which also has a production volume of 1,206,856 tons. The behavior of the citrus sector in Santander is increasingly interesting, since, as stated by the Colombian Agricultural Institute, Santander is the main producer of Tahiti lemon in the country, Santander, has 21,556 hectares planted with citrus including lemon, orange and tangerine among other varieties that produce 306,678 tons per year (ICA, 2021).

However, according to data from DANE (2020), the citrus sector has not shown considerable progress in growth in recent times, therefore, it is necessary to propose strategies and contribute knowledge from universities through research that has a positive and the field significantly.

This document presents a technological surveillance study that seeks to contribute to the identification of technologies associated with industry 4.0 in the citrus sector. It is carried out through a literature review on industry 4.0, using the Scopus database for the respective analysis. In addition, the needs of the citrus sector are determined to determine the critical factors of technological surveillance associated with industry 4.0 and thus establish scientific trends in the citrus sector. Finally, the best techniques and technological tools associated with industry 4.0 in the citrus sector are described.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila, PhD en Ingeniería, área gestión y desarrollo tecnológico. Codirector: Jessica Eugenia Vásquez Báez, MSc (c) en Ingeniería Industrial.

### **Introducción**

La diversidad del clima y recursos naturales en Colombia crea un amplio rango de oportunidades en el sector agrícola en el país. Sin embargo, es un sector que está en peligro debido a su pobreza, ya que “alrededor del 50% de la población rural en Latinoamérica vive por debajo de ese umbral” (Portafolio 2019), no obstante, Colombia cuenta con universidades que contribuyen al agro desde la formación de capital humano, actividades de investigación y el desarrollo de innovación y avances tecnológicos.

“Colombia cuenta con 40 millones de hectáreas cultivables, de las cuales 6 millones se encuentran en uso” (Semana rural, 2020), esto quiere decir que se está desaprovechando el 85% de las áreas que pueden ser cultivables, perdiendo oportunidades en el desarrollo del sector agrícola en el país. Como consecuencia, a lo largo de los últimos 10 años, han sido evidentes las inconformidades de los campesinos a la hora de producir en el campo, debido a la falta de apoyo económico, a la escasez de innovación y carencia de avances tecnológicos transferidos para el mejoramiento de las prácticas agrícolas.

Ahora bien, el sector citrícola en Colombia se ha ido implantando de manera significativa en el sector agrícola en general. A pesar de que el sector arroja buenos resultados internacionalmente, el comercio de cítricos a nivel mundial es bajo en comparación a su producción, teniendo como resultado un alto consumo en los países que lo producen. (Gomez et. al, 2008)

Adicionalmente, “El ICA, la Gobernación de Santander, el SENA, Agrosavia, Asohofrucol, ASOVIFRUSAN, FEDECITRISANTANDER, ORANGE EXPORT, ASOCAMGIR, entre otros, trabajan en alianza para asegurar el presente y futuro de la

citricultura santandereana” (ICA, 2018). Además, según Adalberto Tarazona, gerente seccional del ICA en Norte de Santander, “El ICA trabaja de manera coordinada con gremios, entidades y productores, para el desarrollo del sector citrícola santandereano y el principal objetivo es recuperar la producción y entregar soluciones a los campesinos productores” (Agronet, 2018). Por tanto, el trabajo grupal de las diferentes corporaciones, institutos, entidades y empresas anteriormente mencionadas puede generar impactos positivos que favorecen al campo a mediano y largo plazo.

No obstante, según el asistente técnico de citricultores del eje cafetero, el mercado de cítricos en Colombia conlleva a limitaciones económicas. “Los cítricos no han alcanzado su potencial por falta de tecnificación del cultivo” Vallejo, L. (s.f). Estas problemáticas se pueden considerar importantes a la hora de definir las temáticas y enfoques para realizar estudios y búsquedas de soluciones para el desarrollo del subsector citrícola.

Por esta razón y considerando las principales problemáticas presentadas en la cadena productiva de los cítricos, se plantea junto con los grupos de investigación INNOTECH, OPALO y el grupo de estudio EMMAR, el desarrollo de una vigilancia tecnológica para identificar tecnologías asociadas a la industria 4.0, con el objetivo de generar adaptabilidad en los sistemas, conseguir mayores niveles de producción y mejorar las buenas prácticas agrícolas.

Este proyecto se encuentra vinculado al proyecto macro “Diseño de un laboratorio vivo rural para el fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad del sector citrícola en Santander”, el cual busca contribuir a la superación de retos a la hora de generar valor, logística y distribución del subsector citrícola en Santander, por medio del desarrollo de estrategias de innovación que fortalezcan la competitividad y sostenibilidad de este, además el proyecto pertenece al programa de investigación Santander científico (OPALO, s.f.).



En el documento se da a conocer principalmente el objeto de estudio, el marco referencial en el cual se evidencian proyectos asociados al tema de vigilancia tecnológica, y el marco teórico en el que se encuentran los conceptos más relevantes para esta investigación. Posteriormente, se presenta la metodología, la cual se divide en 4 fases, que corresponden a los 4 objetivos del proyecto, los resultados obtenidos en la investigación, las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

## 1. Definición del proyecto

### 1.1. Generalidades del proyecto.

#### 1.1.1. Título.

Estudio de vigilancia tecnológica para identificar tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector citrícola.

#### 1.1.2. Modalidad.

Trabajo de Investigación

#### 1.1.3. Tabla de resultados.

**Tabla 1.**

*Cumplimiento de objetivos.*

| Objetivo específico                                                                                                                                                                                              | Resultados    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Elaborar una revisión de literatura sobre vigilancia tecnológica, que permita identificar y analizar los temas más relevantes asociados a las diferentes tecnologías de la industria 4.0 en el sector citrícola. | Capítulo 4.1. |
| Realizar un análisis de la literatura científica, con el fin de identificar el estado y las tendencias científicas del sector citrícola en Santander.                                                            | Capítulo 4.2. |
| Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado de las tendencias tecnológicas asociadas a la industria 4.0, en el sector citrícola en Santander.                                    | Capítulo 4.3. |
| Elaborar un artículo publicable a partir de la investigación realizada.                                                                                                                                          | Apéndice D    |

#### **1.1.4. Nombre de los grupos de investigación y grupo de estudio**

INNOTEC - Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento.

Grupos asociados al proyecto macro “Diseño de un laboratorio vivo rural para el fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad del sector citrícola en Santander”:

- OPALO – Grupo de investigación OPALO, Optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y lógicos.
- EMMAR – Grupo de Estudios en Microeconomía Aplicada y Regulación EMAR.

#### **1.2. Planteamiento del problema**

“Colombia es un país privilegiado por su ubicación geográfica, variedad cultural, climas diversos, flora, fauna, cuencas hidrográficas y recursos naturales” (El campesino, 2016). En pocas palabras, el país cuenta con un fuerte potencial para competir con otros países en los diferentes sectores del campo.

Según ha señalado Michael Morris (2020), en América Latina y el caribe el sector agrícola es uno de los más exitosos del planeta, debido a sus resultados a la hora de producir alimentos, generar exportaciones de nuevos productos, reducir el hambre y la pobreza. Además, afirma que el sector asegura un suministro efectivo de alimentos y estabilización de precios en mercados internacionales. Sin embargo, Morris resalta una parte negativa del sector y es que cuenta con un bajo desempeño y es un sector lento para responder a los cambios del entorno mundial y que sus métodos son anticuados, ineficientes y no favorables para el medio ambiente.

Es decir, hay carencia de aplicación de métodos y tecnologías y esto ocasiona una falta de optimización y efectividad en los procesos de producción en el sector. Además, que no se ven los avances para el cuidado del medio ambiente a la hora utilizar las herramientas para el trabajo y los procesos en el campo.

No obstante, “frente al actual panorama de bajo desempeño, subyacen enormes oportunidades. Los avances tecnológicos abren la puerta a métodos nuevos, más eficientes y ambientalmente más amigables para producir, procesar, distribuir, consumir y reciclar los alimentos” (Grupo Banco Mundial, 2020). Si bien, el país cuenta con un gran potencial a explotar por medio de la implementación de nuevas tecnologías y educación en el campo para la búsqueda de soluciones ante las dificultades por las que atraviesa el sector.

Por otro lado, el sector ha mostrado sus debilidades al momento de comercializar. Ya que su producción es suficiente para satisfacer la demanda de los consumidores, pero los precios se vieron afectados en épocas de pandemia, debido también al cierre de los colegios, restaurantes, hoteles y comercio en general.

En épocas de pandemia por el COVID-19, en el año 2020, según Portafolio (2020), un número total de 4,5 millones de colombianos se quedaron sin trabajo y la mayoría de las personas optaron por trabajar desde casa. Además, disminuyeron la compra de alimentos debido a la inestabilidad en la economía. Lo que abre paso también a la era de la tecnología, los macrodatos, el big data, la inteligencia artificial, tecnologías que están asociadas a la industria 4.0 y que en épocas difíciles se vio reflejada su importancia. Adicionalmente, tecnologías que juegan un papel fundamental no solo en los comercios que iniciaron a trabajar desde casa, sino también en los procesos de la cadena productiva en el sector agroindustrial. De acuerdo con el

DANE, en el año 2020, el sector agrícola creció 6,8% en el primer trimestre, 0,1% en el segundo y 1,5% en el tercero, por otro lado, la economía total del país anoto un incremento de 1,2% en el primer trimestre, -15,8% en el segundo y -9, % en el tercero. (Portafolio, 2020).

Es decir, el sector no ha mostrado avances considerables, por ende, es de gran importancia y un factor clave, plantear estrategias para su crecimiento, además de aportar conocimiento desde las universidades por medio de investigaciones que impacten positiva y significativamente el campo.

Como primer paso es importante identificar las problemáticas a mitigar, y unas de las mencionadas por El espectador (2019) son el cambio climático, el riesgo fitosanitario, las fluctuaciones de los precios y la búsqueda de uso sostenible en recursos naturales. De esta manera, la revista considera a la agricultura 4.0 como una herramienta a tener en cuenta a la hora de enfrentar los retos mencionados. Un ejemplo llamativo y de resaltar, son los países como Estados Unidos, Holanda, Canadá, Brasil. Chile, quienes aplicaron los conceptos en estas tecnologías y comenzaron a ocupar los primeros lugares en el ranking de los principales exportadores de alimentos en el mundo con una buena calidad y renta para sus productores.

Ahora bien, el sector citrícola ha sido un gran ejemplo de motor de crecimiento económico en los últimos años. La Universitaria Lasallista plantea que:

Los cítricos son cultivos permanentes y en general tienen alta adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, facilitando su cultivo en un gran número de países, aunque las regiones productoras por excelencia han sido localizadas en el continente americano y en el occidente del continente europeo.

Según datos dados por el DANE y cálculos realizados por PROCOLOMBIA, las exportaciones de naranjas tuvieron un buen comportamiento, ya que creció en un 79% sus

exportaciones con respecto al año anterior 2020, de esta manera se alcanzaron 24.631 toneladas totales exportadas, a países como Ecuador, Francia, Estados Unidos, Curazao y Emiratos Árabes Unidos. (PROCOLOMBIA, 2021). Lo que claramente refleja resultados positivos no solo en siembra del producto, sino también en su producción y respectivo comercio exterior.

En un contexto colombiano, según datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2020), existe una amplia variedad de cosecha de cítricos en Santander, con 21.556 hectáreas de siembra que incluyen limón, naranja y mandarina, entre otros cítricos que anualmente producen 306.678 toneladas en total. Además, el instituto afirma que la cadena productiva de los cítricos genera aproximadamente 90.000 empleos directos e indirectos. Lo que pone al sector en un nivel importante para el desarrollo de la economía en el país. (ICA, 2021).

Además de las problemáticas ya mencionadas existen otras debilidades que destaca Universitaria Lasallista (2012), como la falta de asociaciones entre los agricultores y productores de cítricos, la escasez de cultura agro-industrial, la falta de convenios comerciales y la dispersión en la producción; lo que afecta al sector agroindustrial, la falta de investigación y transferencia de tecnología en la fase agrícola y agroindustrial, así como la implementación de campañas de prevención de plagas y enfermedades.

Es evidente, la amplia variedad de problemas a los que el sector citrícola se enfrenta, por tal razón se demuestra la necesidad de identificar las diferentes tendencias de los cultivos de cítricos por medio del estudio de vigilancia tecnológica 4.0, para mitigar y enfrentar algunos de los retos que hoy enfrenta el sector citrícola en Santander.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar estudio de vigilancia tecnológica para identificar tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector citrícola, con el fin de identificar las diferentes tendencias de conocimiento y tecnología, que apoyen el fortalecimiento del sector en Santander.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Elaborar una revisión de literatura sobre vigilancia tecnológica, que permita identificar y analizar los temas más relevantes asociados a las diferentes tecnologías de la industria 4.0 en el sector citrícola.

Realizar un análisis de la literatura científica, con el fin de identificar el estado y las tendencias científicas del sector citrícola en Santander.

Realizar un análisis de patentes, con el propósito de identificar el estado y las tendencias tecnológicas asociadas a la industria 4.0, en el sector citrícola en Santander.

Elaborar un artículo de carácter publicable a partir de la investigación realizada.

## **2. Marco de referencia**

### **2.1. Marco de antecedentes**

En el marco de antecedentes, se da a conocer la revisión de trabajos de grado que han sido desarrollados previamente y están relacionados con la metodología de estudios de vigilancia tecnológica en el sector agro. Tomando en consideración que la temática principal del presente proyecto está relacionada con las diferentes tecnologías asociadas a la industria 4.0 en el sector cítrico y el factor crítico de la cadena de suministro que se trabaja en el proyecto es la cosecha y postcosecha de los cítricos.

Los proyectos que se toman en consideración para su respectiva verificación son los asociados a las investigaciones realizadas en el Grupo de Investigación INNOTECH (Gestión de la Innovación Tecnología y del Conocimiento), los cuales han realizado estudios de vigilancia tecnológica en el sector agro.

**Autores: Martínez Lizeth, Villegas Jennifer.**

**TÍTULO “Estudio de vigilancia tecnológica aplicada a la lima Tahití en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR”**

**Objetivo:**

Realizar un estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada a la lima Tahití en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR, que permita identificar tendencias de tecnologías y conocimiento que apoyen el cierre de brechas en el sector agropecuario de Santander – Magdalena Medio.



El proyecto realiza un estudio de vigilancia tecnológica, con el fin de mitigar el principal factor crítico encontrado del subsector, ‘la transformación de Lima Tahití’. La investigación es realizada por medio del análisis de información de las respectivas publicaciones científicas y patentes de la dinámica global, actores sobresalientes, países, investigadores e instituciones líderes en investigación básica.

El proyecto concluye, que Colombia ha incursionado en materia de tendencias científicas y tecnológicas relacionadas con la transformación de lima Tahití, con una información aún incipiente en cuanto al aprovechamiento de este cítrico, mostrando a este país con una industria procesadora citrícola en desarrollo.

**Autores: Aparicio Daniel, Hernández Oscar.**

**TÍTULO “Estudio de vigilancia tecnológica aplicado al sector estratégico del nopal para la fundación Guayacanal-Los Santos, Santander.**

**Objetivo:**

Realizar un estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada al nopal en el marco del proyecto estratégico de la Fundación Guayacanal, que permita identificar tendencias tecnológicas y conocimiento que apoyen la transformación productiva y el desarrollo comercial en el sector agropecuario de Santander.

El proyecto realiza un estudio de vigilancia tecnológica enfocado en la vigilancia competitiva, realizando un análisis de patentes en las bases de datos PATENSCOPE de WIPO y extrayendo de allí, las tendencias más relevantes y aquellas que permitan generar un panorama de aprovechamiento comercial del nopal.

Por otro lado, se concluye mediante la investigación que Colombia carece de proyectos, programas e investigaciones enfocadas al nopal, incluso una falta de interés por parte del gobierno e instituciones agrícolas por la planta. Además, se concluye que la proyección estratégica para el uso del nopal apunta hacia desarrollos de carácter médico y cosmético.

**Autores: Martínez Pedro, Gamboa Edward.**

**TÍTULO “Estudio de vigilancia tecnológica aplicada en el sector estratégico de la Palma de aceite en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.**

**Objetivo:**

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.

El proyecto se enfoca en el área temática de la calidad e inocuidad de insumos y productos, con el fin de mitigar las principales necesidades asociadas a este factor crítico y además para consolidar estrategias científicas y técnicas para el desarrollo en materia económica, social, ambiental y de innovación.

Se concluye de acuerdo con lo observado en la dinámica global, que 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.

**Autor: Gómez Angie.**

**TÍTULO “Estudio de vigilancia tecnológica aplicada al sector estratégico de la Panela en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR.**

**Objetivo:**

Realizar un estudio de Vigilancia Tecnológica aplicada al sector estratégico de la Panela 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.

El proyecto realiza una investigación enfocada en la inteligencia competitiva y se centra en identificar métodos que permitan la calidad del producto y la inclusión de nuevas tecnologías, que contribuyan a generar valor agregado al producto, además la investigación se enfoca en los procesos de la cosecha, postcosecha y transformación de la panela.

En conclusión, para el proceso de cosecha en la cadena de valor de la panela, el análisis de la literatura científica evidencia una tendencia por la modificación de la semilla de la caña panelera, para mejorar la calidad en cuanto a textura y color, países como la India y Colombia evalúan diversidad de semillas por características físicas y químicas y su capacidad antioxidante. Por otro lado, para el proceso postcosecha y transformación, se están realizando esfuerzos para desarrollar tecnologías que permitan lograr una fabricación estándar, que aumente la productividad, además mejore la calidad en términos de higiene, forma, tamaño y periodo de almacenamiento de la panela.

## **2.2. Marco teórico.**

En el marco teórico o marco conceptual se contextualiza el objeto de estudio; a través de la identificación de los conceptos más relevantes asociados al presente proyecto de investigación, los cuales son explorados por medio de información almacenada en bases de datos reconocidas y confiables para garantizar la calidad de la información utilizada.

Principalmente se buscaron artículos relacionados con vigilancia tecnológica, industria 4.0, estado del arte, revisión de la literatura y patentes publicados en Google Scholar, la Web, Web of Science y Scopus y seguido de esto se realizó una revisión del contenido para analizarlos y adquirir la información más importante. Posteriormente, se recopiló la información relacionada con el sector citrícola y su cadena productiva encontrada en los artículos de las bases de datos mencionadas anteriormente.

### **2.2.1. Macroproyecto laboratorio vivo.**

El “Diseño de un laboratorio vivo rural para el fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad del sector citrícola en Santander”, es una iniciativa promovida por la Universidad Industrial de Santander realizada para el fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad del sector citrícola en Santander, el cual busca principalmente oportunidades de mejora de diversificación de canales de comercialización del sector, además de contribuir a la superación de los diferentes retos de generación de valor, logística y distribución del subsector citrícola en Santander (OPALO, s.f.).

### **2.2.2. Vigilancia tecnológica.**

La Vigilancia Tecnológica (VT), busca analizar y dar información económica, tecnológica y política, para buscar y establecer, oportunidades y amenazas provenientes del entorno de una organización (Arango, 2012).

Otro concepto de vigilancia, según Rouach (1996) “es el arte de descubrir, recolectar, tratar, almacenar informaciones y señales pertinentes, débiles y fuertes, que permitirán orientar el futuro y proteger el presente y el futuro de los ataques de la competencia”.

La VT busca estudiar día a día lo que ocurre en un área tecnológica determinada, para identificar el modo y el proceso que deben seguir los trabajos de investigación que son desarrollados en una organización (Cegarra, 2004).

Internet proporciona el acceso a una amplia variedad de herramientas para la vigilancia tecnológica, que pueden ser públicas y privadas. Entre las cuales se destacan: bases de datos bibliográficas, portales de revistas y artículos científicos, repositorios, motores de búsqueda especializados, recolectores, metabuscadores, software de patentes, visualización de información, software de gestión íntegra de vigilancia tecnológica, informes de vigilancia, webs, blogs y otras relacionadas con la expansión de las redes sociales (Muñoz Duran, et al., 2009).

### **2.2.3. Industria 4.0.**

El término industria 4.0 hace referencia a un nuevo prototipo de organización y control de la cadena de valor que por medio de las tecnologías de la información hace posible los diferentes sistemas innovadores de fabricación (Román, 2016).

La industria 4.0 ha sido definida como unos dispositivos con sensores y software que trabajan en red y permiten predecir, controlar y planear de una manera óptima las áreas organizacionales de las empresas, y los procesos de las cadenas productivas de los sectores (Ning, Liu, 2015).

Otro concepto es atribuido, al enfoque de la innovación de nuevas formas de llevar a cabo los procesos, por medio de fábricas inteligentes que estén integradas a redes de trabajo las cuales propician nuevas formas de trabajo, ambiente e infraestructura social (Kagermann et al., 2013).

Según Varghese y Tandur (2019), en la visión de la industria 4.0: las máquinas serán capaces de comunicarse entre sí para recibir o transmitir información y ejecutar acciones; los productos serán inteligentes ya que, según Chen, Mau y Liu con el IoT, muchos sensores en red podrán estar embebidos en dispositivos y máquinas y desplegarán enormes cantidades de datos de diferentes tipos, y el cómputo en la nube proveerá las soluciones para el almacenamiento y procesamiento de estos grandes volúmenes de datos.

#### **2.2.4. Sector citrícola colombiano**

A pesar de que Colombia ha contado con buenos resultados en el panorama de comercio internacional, también enfrenta situaciones que según Covaleta y Marin (2005) mantienen el sector en déficit comercial, como, por ejemplo, las importaciones totales de la cadena productiva han crecido de manera significativa. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005). Esta situación importante también y para tener en cuenta ya que el sector citrícola juega un papel importante no solamente en la economía del campo si no en el crecimiento del sector agroindustrial y otros importantes sectores del país.

Sin embargo, en los últimos 4 años Colombia ha tenido resultados de éxito en cuanto a sus exportaciones de productos cítricos, desde que inició sus exportaciones a Estados Unidos las cifras de exportación se encuentran en crecimiento con respecto a los años anteriores, iniciando con US\$3.6 millones de productos exportados a Estados Unidos, y mejorando entre enero y agosto del 2021 con exportaciones de alrededor de US\$13.3 millones, según cálculos y datos revelados por PROCOLOMBIA y el DANE (2021).

### 2.2.5. Revisión de la literatura

Es la búsqueda general y reunión de todo el conocimiento que va en relación a un tema específico de investigación y que incluye: métodos, herramientas, modelos de conceptualización, formas de investigación, metodologías de investigación, entre otros (Crewell, 2009).

La revisión de la literatura se debe hacer en bases de datos como: Scopus, Web of Science, Proquest, EBSCO, JSTOR (no elaborarla con base en periódicos, páginas políticas, comentarios sin base, solo realizarla en fuentes confiables) (Gestión, 2020).

### 2.2.6. Cítricos

Son provenientes de la clase *Angiospermae*, la subclase *dico-tiledonea*, a la orden *rutae*, a la familia *rutaceae* y al género *citrus*. Dentro de los cuales se conocen especies como, naranja (*citrus sinensis*), limón (*citrus aurantifolia*), toronja (*citrus paradisi*) y tangelo (*citrus paradisi* *citrus reticulata*) (Espinal, 2005).

**2.2.6.1. Los limones.** (*Citrus aurantifolia*), en otros países se conocen popularmente como lima ácida, sin embargo, en Colombia se denomina como limón.

**Figura 1.**

*Limón o Lima Tahití.*



Nota: ‘Suministro limón persa desde América del Sur’. El Universal, 2020.

**2.2.6.2. Las mandarinas.** Forman parte de un conjunto de variedades y especies que es altamente complejo. Los mandarinos Satsuma (*Citrus unshiu*), los clementinos (*citrus clementina*) y los comunes (*citrus reticulata*), se encuentran dentro de las especies más cultivadas.

**Figura 2.**

*Mandarina.*



Nota: ‘California espera mayor cosecha de mandarinas en medio de fuerte demanda de cítricos’. Portal frutícola, 2020.

**2.2.6.3. Los tangelos.** Son una combinación entre la mandarina (*Dancy*) y la toronja (*Duncan*), dando como resultado una fruta exquisita, dulce y de buena calidad.



**Figura 3.**

*Tangelo.*



Nota: 'Citrus x Tangelo'. Wikipedia, 2019.

**2.2.6.4. Las Toronjas.** (*Citrus paradisi*), y pomelos (*Citrus grandis*), greys o grapefruits, son frutas de clima cálido, de buena calidad, curativas y dietéticas, pero son poco cultivadas en Colombia. Sin embargo, tienen excelentes posibilidades en el mercado internacional.

**Figura 4.**

*Toronja.*



Nota: 'La toronja tu mejor aliada, acelera tu metabolismo'. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2019

Las principales ventajas de los cítricos es que son adaptables a diferentes condiciones climáticas, lo que facilita su cultivo en los países en los que abundan los climas variados, sin

embargo, las regiones que más lo producen están ubicadas en el continente americano y occidente del continente europeo (Cardona, Rodríguez, 1997).

Por otro lado, el desarrollo de estos cítricos viene dado por factores de carácter interno y externo, que pueden alterar las características anatómicas, químicas físicas o de comportamiento fisiológico. Lo que significa, que una fruta también refleja su herencia, tipo o historia, esto se puede identificar a través de exámenes en alguna de sus etapas (Soule y Grierson, 1986).

Según Baker (2005), El diámetro de estas frutas está entre 2.5 cm y 12-18 cm. Además, su forma puede ser achatada debido a los polos como por ejemplo las mandarinas, esféricas como las naranjas, ovaladas como el limón, piriformes como algunas toronjas y ovoideas como las limas. Normalmente las cáscaras contienen protuberancias e irregularidades que dan rigurosidad, brillo u opacidad a este fruto.

#### **2.2.7. Cadena productiva de los cítricos**

Los cítricos son cultivados en más de 50 países a nivel mundial, considerando las naranjas, mandarinas, limas, limones, pomelos y toronjas como las frutas cítricas de mayor producción a nivel mundial. Cabe destacar que estos frutos aportan de manera significativa al movimiento de la economía mundial con más de US\$1.000 millones anuales, sin contar que ofrece empleos directos e indirectos a millones de personas en las diferentes labores del campo como manipulación, transporte, cultivo, almacenamiento, y operaciones de mercadeo (Lanadiya, 2008).

Dentro de la cadena de los cítricos se encuentran productos como naranjas, limones, limas, mandarinas, toronjas y otros productos que están asociados a la transformación como, por

ejemplo, los jugos, concentrados, néctares, pures, pastas, pulpas, jaleas, mermeladas, aceites, esencias, y pellets para alimentación animal (Covaleda y Marin, 2005), todos estos productos son generados en la cosecha y postcosecha de los cítricos.

### **2.2.8. Análisis de patentes**

Por medio de la información de las patentes se pueden estudiar nuevas aplicaciones de métodos, herramientas y tecnologías, ya que estas son reconocidas internacionalmente, son registradas y rigen normas que son pactadas por importantes organizaciones, además son un producto derivado de la aplicación de actividades tecnológicas como lo son los artículos científicos (Van-Leuven, 1996).

Existen conceptos importantes, como por ejemplo la expresión “bibliometría evaluativa”, la cual es dada por Francis Narin y un grupo de investigadores en *Computer Horizon*, y que son claves importantes a la hora de realizar investigaciones científicas y tecnológicas. Procediendo a la utilización de indicadores que se obtienen por medio de los métodos bibliométricos, que dan énfasis en los análisis de referencias bibliográficas de los trabajos científicos y las patentes, y que facilitan la búsqueda a la hora de querer generar de resultados de calidad. (Diaz, 2008)

Cabe señalar, además, la importancia de los estudios de vigilancia tecnológica a la hora de crear una nueva patente. Ya que por medio de la vigilancia se identifica las tecnologías existentes que pueden tener similitud, se respalda la novedad de las tecnologías y se se puede llegar a detectar nuevas líneas e ideas para nuevas patentes.

### 3. Desarrollo metodológico

Para el desarrollo metodológico del presente proyecto de investigación, se abordaron cuatro fases, las cuales están relacionadas con los objetivos planteados inicialmente.

**Figura 5.**

*Fases del proyecto.*



En la fase 1 se realiza la revisión de la literatura sobre tecnologías asociadas a la “industria 4.0”, se lleva a cabo por medio de etapas que se evidencian en la *figura 6* y además se explican en los numerales posteriores.

La fase 2 es desarrollada en 4 secciones, que corresponden a el análisis de la literatura gris sobre el sector citrícola, estudio de las necesidades de vigilancia tecnológica en el subsector, diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias científicas, y por último análisis de la información encontrada.

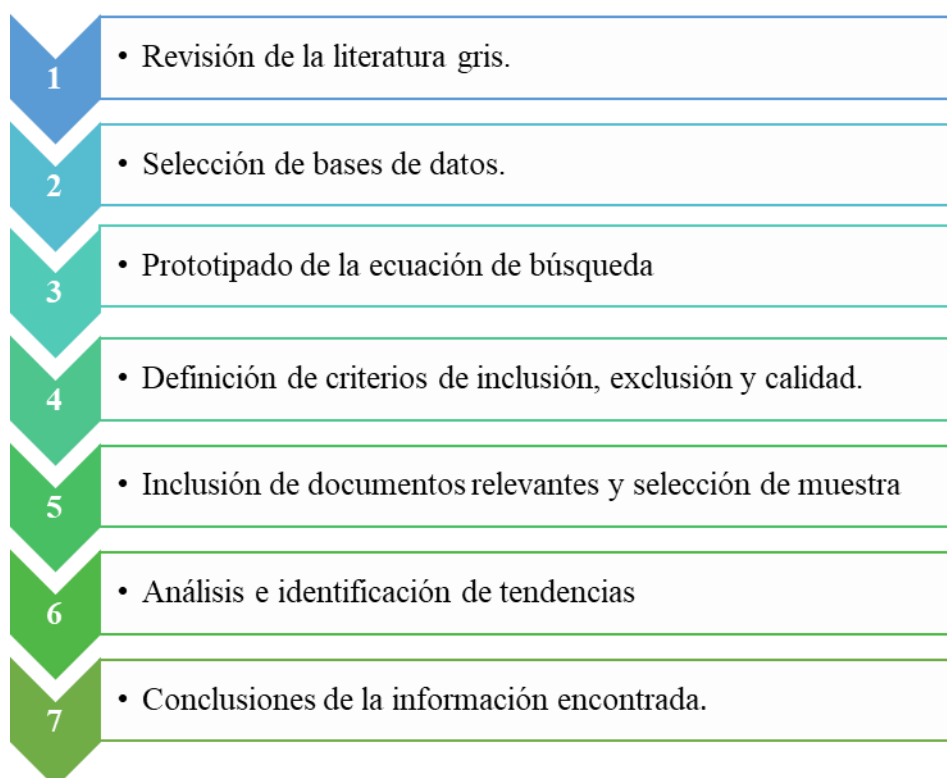
La fase 3 se realiza un análisis de patentes en el subsector citrícola y también se divide en 4 secciones, la primera consiste en identificar los factores críticos en la cadena productiva del subsector citrícola, la segunda se basa en la construcción de la ecuación de búsqueda para la revisión de tendencias tecnológicas, teniendo clara la necesidad de la vigilancia, la tercera realiza un análisis de la información encontrada y la última sección es el reporte del estado de la técnica.

Una vez llevadas a cabo las fases anteriores, para la vigilancia tecnológica en el subsector citrícola, se redacta un artículo de carácter publicable, el cual corresponde a la fase 4 del desarrollo metodológico.

### 3.1. Fase 1: Revisión de la literatura sobre industria 4.0:

**Figura 6.**

*Etapas de la revisión de la literatura de tecnologías asociadas a la industria 4.0.*



### **3.1.1. Revisión de la literatura gris**

Para la revisión de la literatura gris sobre tecnologías asociadas a la industria 4.0 se utilizó inicialmente el buscador de Google especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica Google Scholar, con el fin de encontrar términos y palabras claves, recuperarlos de manera exhaustiva y sistemática. A partir de esto, se identificaron las palabras claves necesarias para el desarrollo de la investigación y los Thesaurus o sinónimos para la construcción de la ecuación de búsqueda.

### **3.1.2. Selección de bases de datos**

Para la selección de las bases de datos, y posterior análisis de documentos, se realizaron las búsquedas inicialmente en Google Scholar y seguido de Scopus y Web of Science (WOS). Considerando que Google Scholar generó un alto número de citas en comparación con Scopus y Web of Science.

Sin embargo, al trabajar con Google Académico se evidencio la carencia de control de calidad en los documentos, ya que al ser un motor de búsqueda que se basa en sitios académicos, en los que se encuentran también presentaciones, blogs, guías académicas, etc. Por otro lado, para el caso de Web of Science y Scopus, la búsqueda cuenta con artículos científicos revisados por pares, y de los cuales han pasado por un proceso de selección para ser incluidos y provienen de revistas científicas (Valluerca, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide finalmente hacer la búsqueda de información en el motor de búsqueda Scopus. Dado que este, abre la posibilidad de hacer varios tipos de búsqueda en función de la información que se desee obtener, tiene la opción de elegir el campo a

la hora de realizar la búsqueda, combinar los mismos, y es posible limitar las búsquedas por fechas (Deusto Biblioteca, s.f.). Además, en este buscador se encontró una mayor cantidad de documentos relacionados con la temática de estudio.

### 3.1.3. Prototipado de la ecuación de búsqueda

Inicialmente para plantear la ecuación de búsqueda se tienen en cuenta las palabras “industry 4.0” y “technology”, formuladas en la misma ecuación unidas por el conector ‘AND’, arrojando un resultado de 6.760 documentos en la base de datos Scopus, los cuales han sido publicados desde el año 2013, hasta el año 2021. La búsqueda fue corrida, en abril del año 2021, y analizada teniendo en cuenta los títulos, resúmenes y palabras claves de los documentos, por medio de la herramienta de análisis bibliométrico de Scopus. De esta manera, se evidenció que los documentos tienen un mayor enfoque hacia la ingeniería, la ciencia computacional, y otros temas como (matemáticas, ciencias de la decisión, física y astronomía, ciencias sociales, ciencias de los materiales, energía y medicina) y que también hay documentos con temas relacionados de agricultura.

#### Ecuación 1:

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| <i>TITLE-ABS-KEY ((“industry 4.0”) AND (“technology”))</i> |
|------------------------------------------------------------|

Luego del análisis anterior y con base a las palabras claves y los Thesaurus encontrados se obtiene una segunda ecuación de búsqueda, diseñada a partir de la identificación de nuevas palabras claves recurrentes e identificadas desde el proceso de revisión inicial. Esta segunda ecuación, arroja 78.178 resultados.

**Ecuación 2:**

*TITLE-ABS-KEY (((“industry 4.0”) OR (“internet of things”) OR (“Big data”)) AND ((“technology”) OR (“automation”) OR (“mechanics”) OR (“technologies”) OR (“engine”))).*

Luego del análisis de los títulos, resúmenes y palabras claves de los documentos, se encuentra que los documentos cuentan con información relacionada en otras áreas que se salen del foco de interés.

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

Para dar más precisión a la ecuación anterior, se procede a definir criterios de calidad para excluir documentos no relacionados con la investigación y de esta manera dar más precisión a la información.

**Tabla 2.**

*Criterios de inclusión, exclusión y calidad.*

| <b><i>Criterio</i></b> | <b><i>Descripción</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inclusión              | Documentos encontrados en la base de datos Scopus, documentos en idiomas inglés y español.                                                                                                                                                                                                                                       |
| Exclusión              | Documentos anteriores al año 2011, documentos en otras áreas de investigación como (psicología, economía, medicina, biología, matemáticas, energía, salud, ingeniería química, enfermería, veterinaria)<br>Documentos que contienen palabras claves que hacen que se salga del foco de interés como, animal and decision making. |
| Calidad                | Los documentos utilizados para la realización de la metodología son los publicados en revistas con relevancia y reconocimiento.                                                                                                                                                                                                  |



**Ecuación 3:**

```

TITLE-ABS-KEY ( ( ( "industry 4.0" ) OR ( "internet of things" ) OR ( "Big
data" ) ) ) AND ( ( "technolog*" ) OR ( "automation" ) OR ( "mechanics" ) OR ( "engine" ) ) ) AND ( E
XCLUDE ( SUBJAREA , "MATH" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DECI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAR
EA , "PHYS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MATE" ) OR E
XCLUDE ( SUBJAREA , "ENER" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUB
JAREA , "ENVI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "EART" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) O
R EXCLUDE ( SUBJAREA , "ECON" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CENG" ) OR EXCLUDE ( SUB
JAREA , "MULT" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS
" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR EXCLUDE (
SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NEUR" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "
COMP" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXC
LUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA ,
"Undefined" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENGI" ) )
AND ( EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Animals" ) OR EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Decision
Making" ) OR EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Animal" ) )

```

De la ecuación se obtienen finalmente 317 documentos hasta el año 2022. De esta manera, se realiza la revisión de títulos, resúmenes y palabras claves.

### 3.1.5. Identificación de documentos relevantes y selección de muestra

Para la identificación de documentos relevantes y selección de la muestra se tienen en cuenta los resultados de la ecuación de búsqueda “Ecuación 3”, la cual arroja 317 documentos. De esta manera se seleccionan los documentos a consultar considerando el criterio de “documentos más relevantes”. Teniendo en cuenta los títulos, palabras claves y resúmenes que aporten de forma precisa al proyecto de investigación.

Se toma en consideración, además, el análisis bibliométrico para identificar los artículos que le aporten información de calidad al proyecto de investigación.

### **3.1.6. Análisis e identificación de tendencias**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la ecuación de búsqueda final que se encuentra en el apartado 3.1.4 *Criterios de inclusión, exclusión y calidad*, se obtienen 317 documentos los cuales son sometidos a un análisis bibliométrico, se toman en consideración criterios como publicaciones por autor, por año, por país, entre otros. Este análisis se expone en la sección de resultados 4.2.

## **3.2. Fase 2 Análisis de la literatura científica sobre el sector citrícola**

Para definir el principal factor crítico en la cadena de suministro, se realiza una reunión con algunos integrantes del equipo del laboratorio vivo rural y se estudian las diferentes sugerencias planteadas, dentro de las cuales se encuentran las opciones de trabajar las áreas de cosecha, postcosecha y transformación de cítricos.

Además, se tienen en cuenta las principales problemáticas en la línea de producción de los cítricos, siguiendo los pasos expuestos a continuación.

### **3.2.1. Identificación de la necesidad de la vigilancia para detectar los factores críticos en la cadena productiva del subsector citrícola**

Para establecer los factores críticos en la cadena productiva de los cítricos, se analizan las principales necesidades de la cadena productiva con investigadores que forman parte del grupo de investigación INNOTECH y quienes lideran actualmente el macroproyecto del laboratorio vivo

rural. En la reunión se habló de las necesidades del sector y se mencionó principalmente la transformación, cosecha y postcosecha de los cítricos.

Así, conjuntamente se decide trabajar en la cosecha y postcosecha de la cadena productiva, dado que es fundamental en la línea productiva de los cítricos y, además, aporta en gran medida al sector en general, los cultivadores de este tipo de frutas y al actual macroproyecto de laboratorio vivo rural. Dejando la transformación como tema de sugerencia para su respectivo estudio.

### **3.2.2. Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias científicas.**

En este apartado, primero se seleccionó la base de datos a trabajar teniendo en cuenta los criterios expuestos en la fase 1 del proyecto sobre los motores de búsqueda científicos, además de los resultados encontrados. De esta manera se decide continuar con la base de datos Scopus, con la cual se realiza el análisis de la literatura científica en la cosecha y postcosecha de los cítricos, teniendo clara la necesidad de vigilancia.

Posteriormente se realiza el respectivo análisis y se diseña inicialmente una ecuación de búsqueda, teniendo en cuenta el sector a trabajar y el factor crítico de vigilancia.

La temática principal es el sector “citricola” y el factor crítico de vigilancia corresponde a “cosecha y postcosecha”, por lo que se aplican los tesauros y palabras claves para el diseño de la primera ecuación de búsqueda y su primera iteración.

|                                 |
|---------------------------------|
| TITLE-ABS-KEY ( "citrus crop" ) |
|---------------------------------|

De la anterior ecuación de búsqueda, se obtienen 393 documentos y sus palabras claves, adicionalmente, los thesaurus y sinónimos de cítricos son identificados con la búsqueda de información en la literatura gris. Además, se dan a conocer todos los términos relacionados a los factores críticos de vigilancia “cosecha y postcosecha”

**Tabla 3.**

*Palabras que conforman la segunda iteración de búsqueda para el estado de tendencias científicas*

| Key words  |
|------------|
| Citrus     |
| Harvest    |
| Lime       |
| Mandarin   |
| Orange     |
| Lemon      |
| Irrigation |

Se diseña la última ecuación de búsqueda en mayo del año 2022, teniendo en cuenta las palabras de la *tabla 3*, se incluyen en la misma los términos relacionados a los cítricos y su respectivo proceso de cosecha y postcosecha, incorporando los documentos que han sido publicados en el año 2022, hasta el momento.

A continuación, se da a conocer el diseño de la ecuación, con la inmersión de las palabras claves encontradas en la *tabla 3*.

*TITLE-ABS-KEY ( citrus PRE/2 harvest ) OR TITLE-ABS-KEY ( "citrus irrigation" ) OR TITLE-ABS- KEY ( ( lime OR mandarin OR orange OR lemon ) PRE/0 ( crop OR harvest )*

Se realiza un análisis de resúmenes, teniendo en cuenta las palabras claves de los autores y se encuentran algunos documentos que no están relacionados con la temática principal, sin embargo, estos se incluían debido a sinónimos y el significado de las palabras cítrico (citrus) e irrigación (Irrigation).

**Tabla 4.**

*Palabras excluidas de la segunda iteración del estado de tendencias científicas de los cítricos.*

| Palabras excluidas de los documentos encontrados en Scopus |
|------------------------------------------------------------|
| Abandoned Orange crops                                     |
| Orange revolution                                          |

Teniendo en cuenta las palabras que son excluidas en la segunda iteración se obtienen 175 resultados y la ecuación se expone a continuación.

*TITLE-ABS-KEY ( citrus PRE/2 harvest ) OR TITLE-ABS-KEY ( "citrus irrigation" ) OR TITLE-ABS-KEY ( ( lime OR mandarin OR orange OR lemon ) PRE/0 ( crop OR harvest ) ) AND NOT ( ( "orange revolution" OR "abandoned orange crops" ) )*

Luego de la segunda iteración, se construye la ecuación de búsqueda con la inmersión de las palabras de la *tabla 3* y la exclusión de las palabras y áreas de la *tabla 4*. Para de esta manera, obtener resultados que enriquecen el estado de tendencias científicas de los cítricos. Obteniendo así, los siguientes resultados mostrados en la *figura 7* luego de correr la ecuación con una ventana de tiempo de 2011 a 2022.

**Figura 7.**

*Tendencias científicas de cosecha y postcosecha de cítricos de publicaciones durante los últimos diez años.*



Nota: Adaptado de Scopus.

Dado que la ecuación final fue corrida en el año 2022, se tiene en cuenta una ventana de tiempo del año 2011 hasta el año 2022, esta ecuación, arroja 109 resultados expuestos en la *figura 7* dentro de la que se puede observar un crecimiento en publicaciones científicas en el año 2012 y 2013 con una caída en el año 2014, donde se realizaron 8 publicaciones, a partir de este año se mantuvo constante el número de publicaciones científicas hasta el año 2017 donde aumentó en un 12.5%. Además, el año en el que hubo un notable aumento fue en el año 2021 y 2022 donde se realizaron 14 y 16 publicaciones respectivamente.

Ecuación corrida en Scopus para el análisis de tendencias científicas:

*TITLE-ABS-KEY ( citrus PRE/2 harvest ) OR TITLE-ABS-KEY ( "citrus irrigation" ) OR TITLE-ABS-KEY ( ( lime OR mandarin OR orange OR lemon ) PRE/0 ( crop OR harvest ) ) AND NOT ( ( "orange revolution" OR "abandoned orange crops" ) ) AND PUBYEAR > 2011*

### **3.2.3. Análisis de la información.**

A partir de los resultados obtenidos con la ecuación de búsqueda, se recurre a la herramienta de Scopus de análisis de búsqueda, donde se analizaron datos como, documentos por año, fuente, afiliación, autor, país y territorio, tipo, área de conocimiento, área de financiación, entre otros. Como resultado del estudio de los campos mencionados, se generó un análisis de tendencias científicas de los cítricos (capítulo 4.2. *Análisis de la literatura científica en el sector citrícola*).

### **3.2.4 Reporte del estado de la ciencia.**

En esta etapa se busca presentar un reporte del estado de la ciencia a pequeños, medianos y grandes empresarios, incluso estudiantes que se encuentran actualmente investigando en la temática de cosecha y postcosecha de cítricos. Se relaciona información presentada en los últimos años, dando a conocer cómo la cosecha y postcosecha se trabaja alrededor del mundo y cómo se realizan los procesos en la cadena productiva del sector citrícola, para de esta manera brindar una base teórica que puede apoyar la generación de valor en los procesos actuales. (Capítulo 4.2.5 *Estado y tendencias científicas de la cosecha y postcosecha de cítricos*).

### 3.3 Fase 3. Análisis de patentes sobre cosecha y postcosecha de cítricos.

En la fase 3, se utilizó el servicio de búsqueda de patentes y literatura académica en línea Patent Lens, en el cual se realizaron las principales búsquedas con palabras como “citrus”, se analizaron los diferentes resultados, para facilitar la identificación de patentes a nivel mundial enfocadas en el sector de los cítricos.

#### 3.3.1 Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias tecnológicas.

Para el desarrollo de la ecuación de búsqueda se tuvieron en cuenta palabras claves correspondientes a la necesidad de vigilancia que se expone en el numeral 4.2.1. “identificación de factores cítricos de vigilancia”, así mismo, se usaron las palabras mencionadas en la *tabla 2*. A partir de estas palabras se diseñó la siguiente ecuación de búsqueda.

|                          |
|--------------------------|
| <i>(citrus AND crop)</i> |
|--------------------------|

Dado que la plataforma arroja 27.352 patentes, que agrupadas en familias simples es un total de 10.862 se concluye que es un amplio número de documentos a analizar y que además cuenta con documentos que se salen del foco de interés, por lo cual se decide juntamente con el grupo Laboratorio vivo rural, realizar la búsqueda, teniendo en cuenta los códigos IPC que por sus siglas en ingles significa International Patent Classification.

La clasificación internacional de patentes (CIP), cuenta con un sistema que está organizado de manera jerárquica y que está basado en símbolos independientes del lenguaje para la respectiva clasificación de patentes y modelos de utilidad, teniendo en cuenta las diferentes áreas tecnológicas a las que pertenecen (OMPI, 2022).



De acuerdo con la ‘Organización mundial de producto intelectual’, la clasificación de los códigos representa el conjunto de conocimientos que puede considerarse como propio del ámbito de las patentes de invención, dividido en ocho apartados. Los cuales se consideran:

**Tabla 5.**

*Clasificación de códigos IPC teniendo en cuenta letra inicial según el ámbito.*

| Apartado | Descripción                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| A        | Necesidades humanas                                           |
| B        | Realización de operaciones; transportando                     |
| C        | Química, metalúrgica                                          |
| D        | Textiles; Papel                                               |
| E        | Construcciones fijas                                          |
| F        | Mecánica; Ingeniería; Alumbrado; Calefacción; Armas; Voladura |
| G        | Física                                                        |
| H        | Electricidad                                                  |

*Tomado de OMPI.*

Se revisaron los códigos del apartado A, y se llegó a la conclusión que el código correspondiente al presente trabajo es A01B y A01D.

A01B Trabajo del suelo en agricultura o silvicultura; partes; detalles; o accesorios de máquinas e implementos agrícolas, en general.

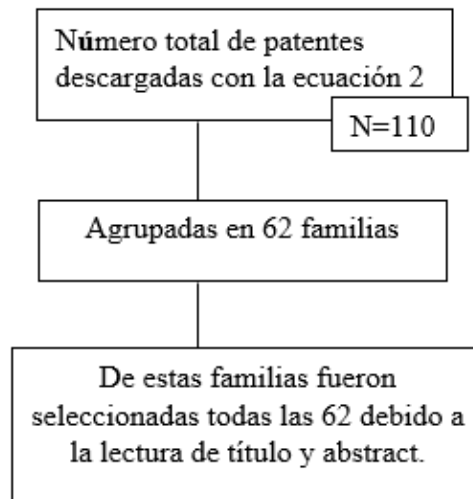
A01D Cosecha; siega.

Teniendo en cuenta lo anterior, la ecuación que ha sido corrida en el servicio de búsqueda de patentes Lens.org es la siguiente:

|                |
|----------------|
| (A01B OR A01D) |
|----------------|

**Figura 8.**

*Proceso de búsqueda sobre cosecha y postcosecha.*



### 3.3.2. Análisis de la información.

Sobre la base de las patentes encontradas en el servicio de búsqueda de patentes online, con la ecuación planteada en el capítulo 3.3.1 “Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias tecnológicas, teniendo clara la necesidad de vigilancia”, se realizó un análisis por medio de las herramientas que ofrece el servicio de Lens.org, teniendo en cuenta datos acerca de los países donde es avalada la patente, organizaciones, inventores, años de publicación, patentes citadas y clasificación de códigos CPC; esto se realiza para la construcción del respectivo análisis de tendencias tecnológicas a nivel mundial para los cítricos.

### **3.3.3 Reporte del estado de la técnica.**

Con la información que se obtuvo en la herramienta de Lens.org, se realizó un informe sobre las tendencias tecnológicas encontradas para los cítricos, donde se evidencian los países líderes, organizaciones interesadas, además de las tendencias en cosecha y postcosecha de los cítricos.

### **3.4 Fase 4. Elaboración de un artículo de carácter publicable**

En la fase final del proyecto de investigación se fusionó y analizó la información encontrada, para así documentar los resultados obtenidos durante el desarrollo de este. Además, se procesa la información para dar a conocer las tecnologías que se aplican en el sector de los cítricos a nivel mundial y las cuales pueden llegar a ser aplicadas a nivel nacional, contando adicionalmente, con apoyo de carácter teórico para dar a conocer información de patentes que pueden ser útiles en el sector.

## **4. Resultados**

### **4.1 Revisión de la literatura gris sobre tecnologías asociadas a la industria 4.0**

El término que se buscó en Google Scholar fue “industria 4.0”, teniendo en cuenta que se requiere identificar las tecnologías asociadas a esa etapa de la evolución tecnológica y de esta manera encontrar los documentos que se encuentren relacionados con el tema a investigar en el presente proyecto.

**Tabla 6.***Palabras clave y sus respectivos Thesaurus.*

| Término en español | Término en inglés | Thesaurus                                               |
|--------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| Industria 4.0      | Industry 4.0      | Digital manufacturing<br>Internet of things<br>Big data |
| Tecnología         | Technology        | Automation<br>Mechanics<br>Technologies<br>Engine       |

**4.1.1 Análisis bibliométrico**

Para la realización del análisis bibliométrico, se tiene en cuenta la ecuación de búsqueda que fue aplicada en Scopus y que arrojó 109 documentos.

Luego de plantear y llevar a cabo la consulta que permitiera identificar la información relevante sobre tecnologías asociadas a la industria 4.0 considerando los documentos más relevantes, y tomando como análisis, la cantidad de artículos publicados por año, según sus fuentes, autores, países, entre otros.

```

TITLE-ABS-KEY ( ( ( "industry 4.0" ) OR ( "internet of things" ) OR ( "Big
data" ) ) AND ( ( "technolog*" ) OR ( "automation" ) OR ( "mechanics" ) OR ( "engine" ) ) ) AND ( E
XCLUDE ( SUBJAREA , "MATH" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DECI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAR
EA , "PHYS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MATE" ) OR E
XCLUDE ( SUBJAREA , "ENER" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUB
JAREA , "ENVI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "EART" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) O
R EXCLUDE ( SUBJAREA , "ECON" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CENG" ) OR EXCLUDE ( SUB
JAREA , "MULT" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS
" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR EXCLUDE (
SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NEUR" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "
COMP" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXC
LUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA ,
"Undefined" ) ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENGI" ) )
AND ( EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Animals" ) OR EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Decision
Making" ) OR EXCLUDE ( EXACTKEYWORD , "Animal" ) )

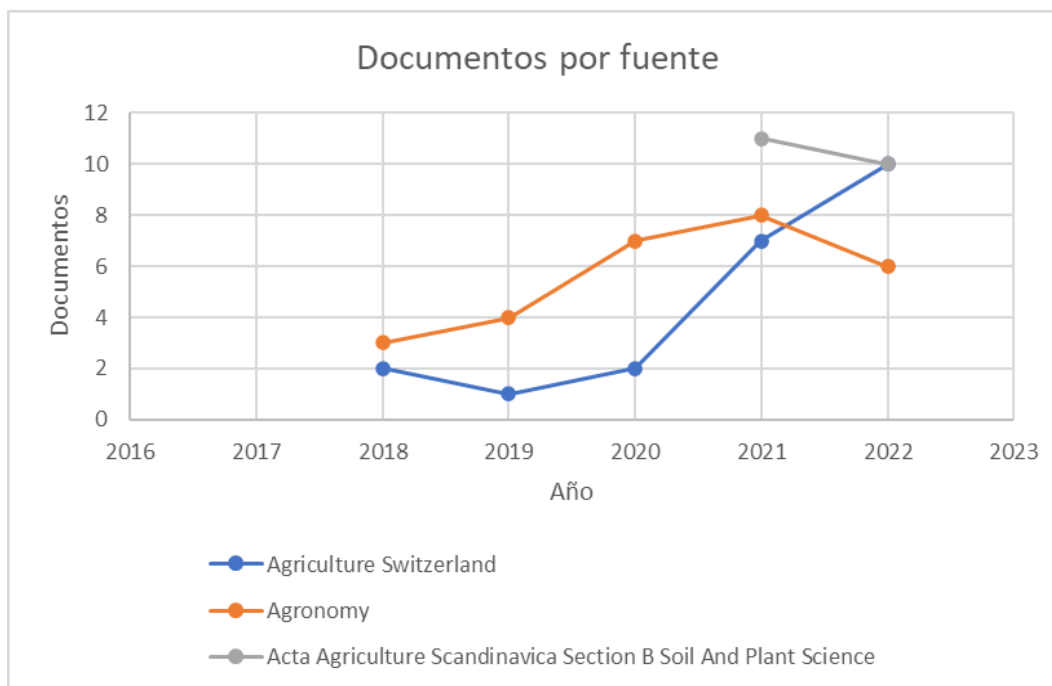
```

#### 4.1.1.1 Cantidad de documentos publicados anualmente por cada una de las fuentes.

Para el análisis se restringe la cantidad de fuentes y se tienen en cuenta solamente las tres fuentes que lideran las publicaciones sobre tecnología asociadas a industria 4.0.

**Figura 9.**

*Número de documentos por fuente al año, 2022.*



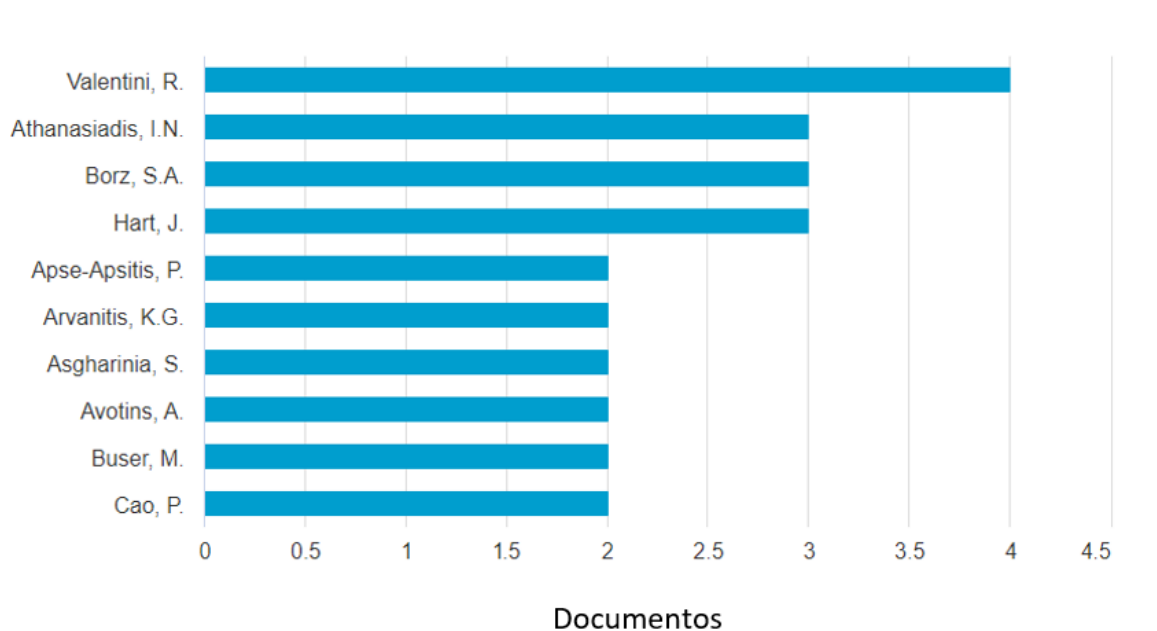
Nota: Adaptado de la base de datos Scopus.

En la *figura 9* se ilustra la cantidad de documentos publicados por las tres primeras fuentes líderes, durante los últimos años, considerando que la principal fuente líder es “Agronomy” con 28 documentos publicados en total durante los últimos 10 años, seguida de “Agriculture Switzerland” con 22 documentos publicados hasta el momento, y por último la fuente “Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil And Plant Science” con 21 artículos publicados desde el año 2021 hasta el año 2022.

#### 4.1.1.2 Cantidad de documentos por autor.

**Figura 10.**

*Cantidad de documentos publicados por autor al año 2022.*



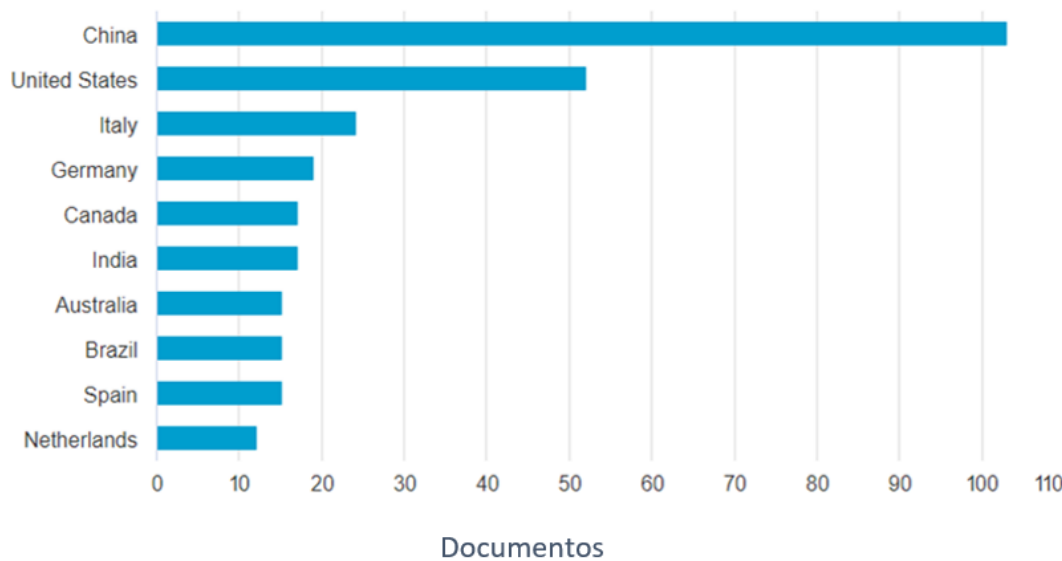
Nota: Adaptado de Scopus, 2021.

En la *figura 10* se evidencia Valentini R. como actor líder en publicaciones de artículos sobre industria 4.0 con 4 documentos publicados hasta el momento, seguido de Athanasiadis I.N, Borz S.A y Hart J, con 3 artículos publicados en los últimos 10 años, por último, se encuentran 6 autores con la misma cantidad de artículos publicados, dado que la cantidad publicaciones son 2 por cada uno no se evidencia una amplia participación en alguno específicamente.

#### 4.1.1.3 Cantidad de documentos por país.

**Figura 11.**

*Países con mayor número de publicaciones según la base de datos Scopus, 2022.*



Nota: Adaptado de Scopus.

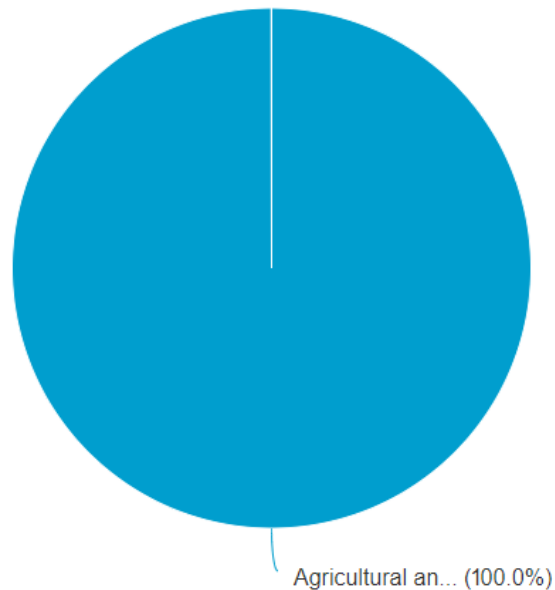
Según la *figura 11* se puede observar, que China es el país que más investigaciones aporta a la tecnología asociada a la industria 4.0, ya que desde el año 2011, hasta el año actual ha publicado 103 documentos, y ha superado a Estados Unidos e Italia, quienes se encuentra posicionados en segundo y tercer lugar con 52 y 24 documentos publicados respectivamente.



#### 4.1.1.4 Documentos según área con mayor participación investigativa.

**Figura 12.**

*Documentos según área de investigación según base de datos Scopus, 2022.*



Nota: Adaptado de Scopus.

Teniendo en cuenta la muestra de los documentos según la ecuación de búsqueda expuesta en el diseño metodológico, se evidencia según la *figura 12* que el 100% de participación es en el área de agricultura y ciencias biológicas. Y como se mencionó en el desarrollo metodológico se excluyeron otras áreas, como (psicología, economía, medicina, biología, matemáticas, energía, salud, ingeniería química, enfermería, y veterinaria) ya que no se encuentran asociadas al contexto del presente proyecto.

**4.1.1.5. Análisis preliminar de la literatura.** Según el análisis preliminar de los archivos encontrados, se evidencia el auge de la industria 4.0 y el agro 4.0, lo que hace que la

digitalización de las áreas rurales sea un tema relevante, especialmente en Brasil, donde la agroindustria es muy relevante para la economía. Es importante destacar que hoy en día, IoT ya es una tecnología madura, como lo demuestran algunos casos de implementación exitosa a gran escala de esta tecnología en la producción agrícola. Sin embargo, la combinación de esta con otras tecnologías puede llegar a abrir muchas oportunidades, lo que mejora aún más la posibilidad de agregar valor a la cadena de producción agrícola. (Lima, et al. , 2020).

Por otro lado, la evolución tecnológica es fundamental para que la agricultura de regadío sea más eficiente en el uso del agua. De esta manera se abordan nuevas tecnologías que impactan el uso racional del agua, así como la automatización de sistemas de riego con sensores de humedad, aplicaciones mediante smartphone, controladores e inyectoras de fertilizante (Fernandes, Barros, Hamatsu, 2020).

También se refiere a el control estadístico de calidad, el cual es un método estadístico con varias técnicas y herramientas que se utilizan para analizar la variabilidad. Estas herramientas se pueden utilizar para proporcionar información importante para la toma de decisiones, incluso para operaciones agrícolas mecanizadas. Los estudios analizados permiten inferir que las herramientas de control estadístico pueden mejorar la comprensión de las operaciones mecanizadas y ser utilizadas en agricultura 4.0 y a su vez agilizar la toma de decisiones convirtiendo big data en información útil (Silva, Santos, Oliveira, Souza, Carneiro, 2020).

## **4.2 Análisis de la literatura científica en el sector citrícola.**

A continuación, se presenta la literatura científica del sector citrícola, con base en la ecuación de búsqueda ejecutada en el numeral 3.2.2. *Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias científicas.*

### **4.2.1 Identificación de factores críticos de vigilancia.**

Para la identificación de la necesidad de la vigilancia, se realiza un breve análisis para la obtención de los factores críticos en la cadena productiva. A continuación, se dan a conocer las problemáticas más comunes en la línea productiva de los cítricos, de los cuales se ha identificado el factor crítico para su respectivo estudio de vigilancia tecnológica en el sector citrícola.

**4.2.1.1. Sistemas de nutrición.** La nutrición en los suelos a la hora de cosechar es de gran importancia, ya que requiere de un análisis bianual y del conocimiento de necesidades de reposición por la extracción de ramas podadas y frutos cosechados (Escobar, 1990).

**4.2.1.2. Sistemas de riego.** Para la aplicación de este sistema es necesario enfocarse en la relación costo-beneficio a la hora de elegir el tipo de riego, llámese goteo, microaspersión o aspersión teniendo en cuenta las aplicaciones por unidades nutricionales (Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio). Considerando, también que para ello se estima conocer el comportamiento del agua en determinado suelo para sus respectivos balances hídricos de manera que estén correctamente instalados y utilizados (Escobar, 1990).

**4.2.1.3 Control de plagas y enfermedades.** Las principales causas de las enfermedades que afectan los cítricos son los microorganismos y hongos, entre otros y las principales plagas que atacan a estas frutas cítricas según Javier Sánchez (2019), son:

**4.2.1.3.1. La mosca de fruta.** (*ceratitis capitata*), la cual es una especie proveniente de África, que ataca a árboles y arbustos que tienen especies de cítricos. La mosca deposita sus huevos en los frutos y esto ocasiona que se pudran tempranamente, ya que sus larvas lo consumen (Ecología verde, 2019).

**4.2.1.3.2. Lapilla.** Conocida también como serpeta o piojo. Crea una lapa que se adhiere a las hojas, frutos, ramas de la planta (Ecología verde, 2019).

**4.2.1.3.3. Minador de los cítricos.** El cual es una especie de lepidóptero que afecta a árboles pequeños de cítricos, adhiriéndose y excavando en sus hojas.

**4.2.1.3.4. Psila africana.** Es una pequeña chinche que ocasiona daño en las hojas de diferentes cítricos ya que este se alimenta de su savia ocasionándoles deformaciones, con aspectos rugosos.

**4.2.1.3.5. Coccidios.** El más conocido de este grupo es una cochinilla de gran cuerpo blanquecino que tiene una especie de canales. Y que, gracias a su propagación rápida por la planta, esta plaga causa su sequia rápida.

### **Manejos postcosecha:**

Para mantener la calidad de las frutas es de gran importancia entender las causas de deterioro y de esta manera buscar formas de mitigar la problemática, sus principales causas son: envejecimiento, pudriciones, desordenes fisiológicos, pérdida de humedad, daños mecánicos, físicos, químicos y daños de insectos. (Corrales, 2002).

Para dar a conocer la necesidad que tiene más importancia a investigar, se tiene en cuenta la opinión de los integrantes que forman parte del proyecto de laboratorio vivo rural, y se llega a

la conclusión que la cosecha y postcosecha son de mayor importancia para el desarrollo del proyecto raíz, y la transformación se deja como recomendación para futuros proyectos, por tanto la vigilancia se enfoca en un análisis que arroje información de calidad sobre las diversas tecnologías asociadas a la cosecha y postcosecha de cítricos y que generen un valor a los procesos del sector.

#### **4.2.2. Dinámica mundial de publicaciones científicas a través del tiempo.**

Teniendo en cuenta, la publicación de artículos científicos relacionados con la cosecha y postcosecha de cítricos en la ventana de tiempo (2017-2021), se evidencia que el año en el que más se realizaron publicaciones científicas sobre cosecha y postcosecha de cítricos fue en el año 2021 con un número de 12 publicaciones, además se observa un comportamiento decreciente en el año 2018 donde pasa de publicarse 9 documentos en el año 2018 a 8 documentos en el año 2019, su comportamiento es constante a partir de ese año, manteniéndose en 8 hasta el año 2020 donde se vuelven a producir 9 publicaciones científicas.

**Figura 13.**

*Cantidad de artículos científicos que se relacionan con la cosecha y postcosecha de cítricos.*

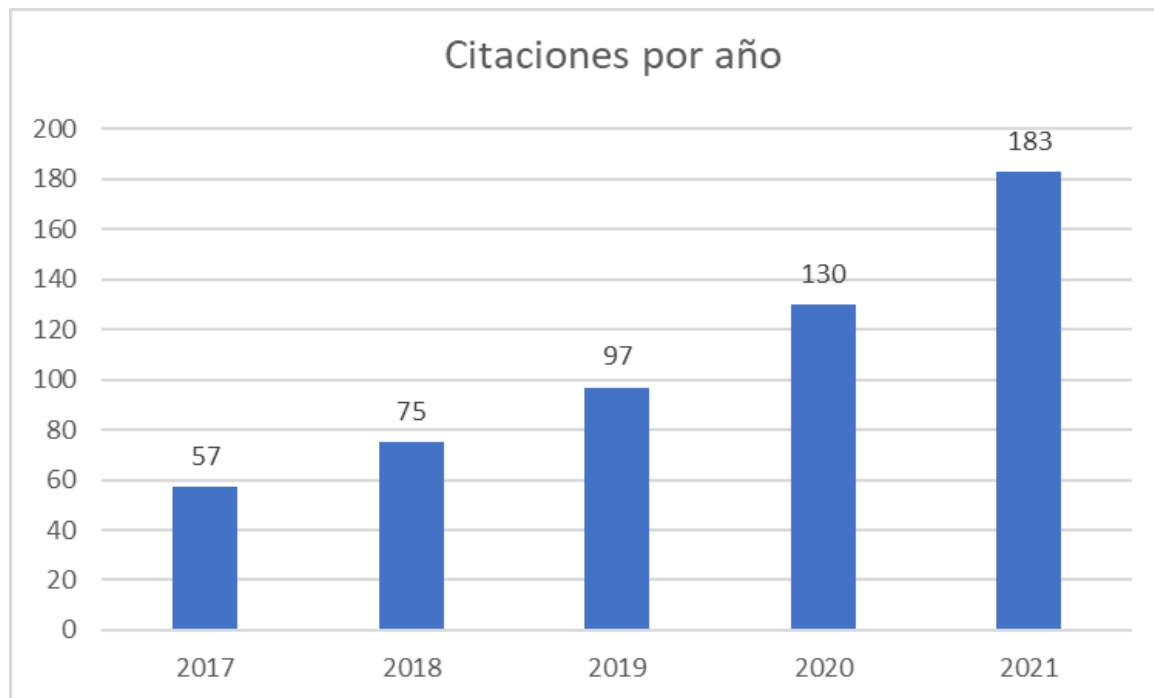


Nota: Adaptado de Scopus.

En la siguiente gráfica se observa que a partir del año 2017 inicia el interés en los temas relacionados con cosecha y postcosecha de cítricos; teniendo en cuenta que desde esa fecha hay un incremento y un comportamiento creciente hasta el año 2021. Además, se observa, que en el año 2021 el cual cuenta con mayor publicaciones científicas, es el año con más citaciones e interés en esta línea, con un número de 12 publicaciones y 183 citaciones.

**Figura 14.**

*Número de documentos citados por año, hasta el año 2021.*



Nota: Adaptado de Scopus.

#### **4.2.3 Dinámica de publicaciones científicas por área temática.**

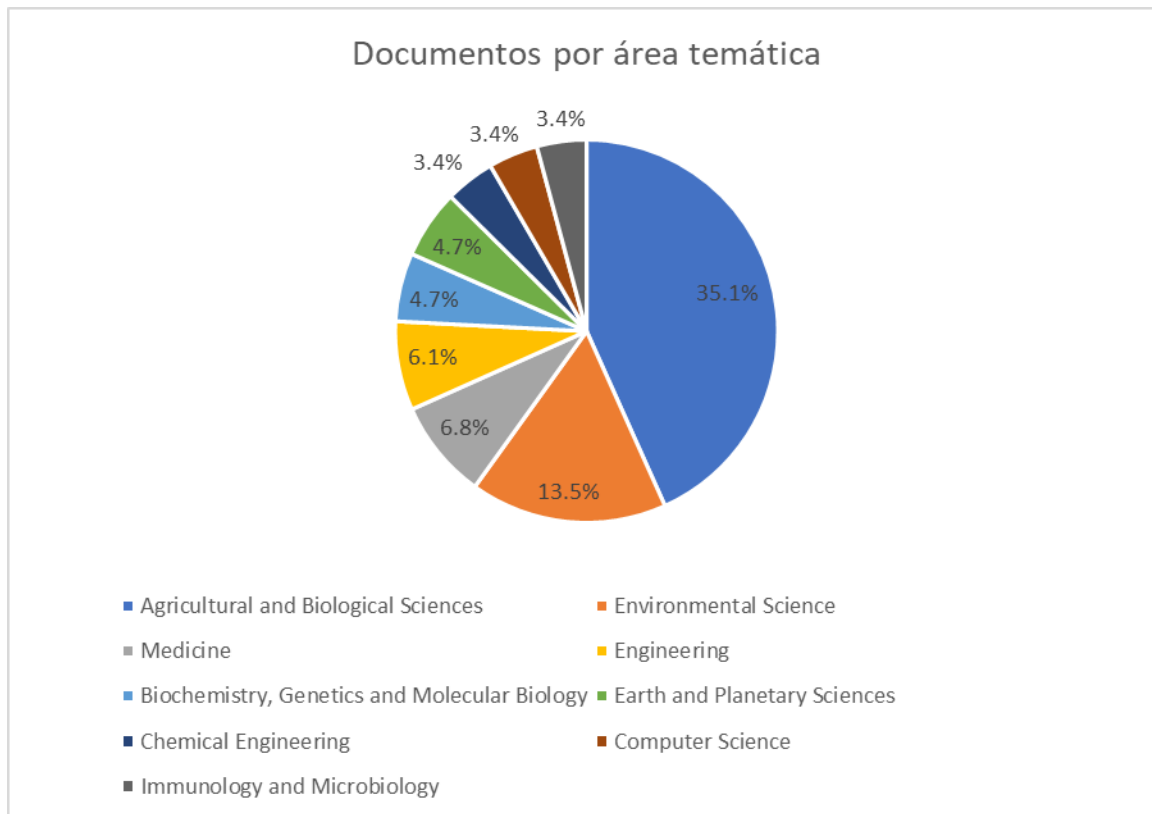
La siguiente gráfica muestra la participación de cada una de las áreas temáticas en los resultados arrojados por la ecuación del numeral “3.2.2 Diseño de la ecuación de búsqueda para revisión de tendencias científicas”.

Se observa que el área con mayor participación es ‘Agricultural and Biological Sciences’, interviniendo en un 35.1% del total de los documentos mostrados en los resultados de la búsqueda en Scopus. En segundo lugar, se encuentra el área de ‘Medicine’ con 6.8% de participación sobre el total de los documentos arrojados en la plataforma de búsqueda y en tercer

lugar esta ‘Biochemistry, Genetics and Molecular Biology’ con 4.7% de participación total. Por otro lado, se involucran también áreas como ‘Chemical Engineering’, ‘Immunology and Microbiology’, ‘Environmental Science’, ‘Engineering’, Earth and Planetary Sciences’ and ‘Computer Science’.

**Figura 15.**

*Número de documentos publicados por área temática.*



Nota: Adaptado de Scopus.



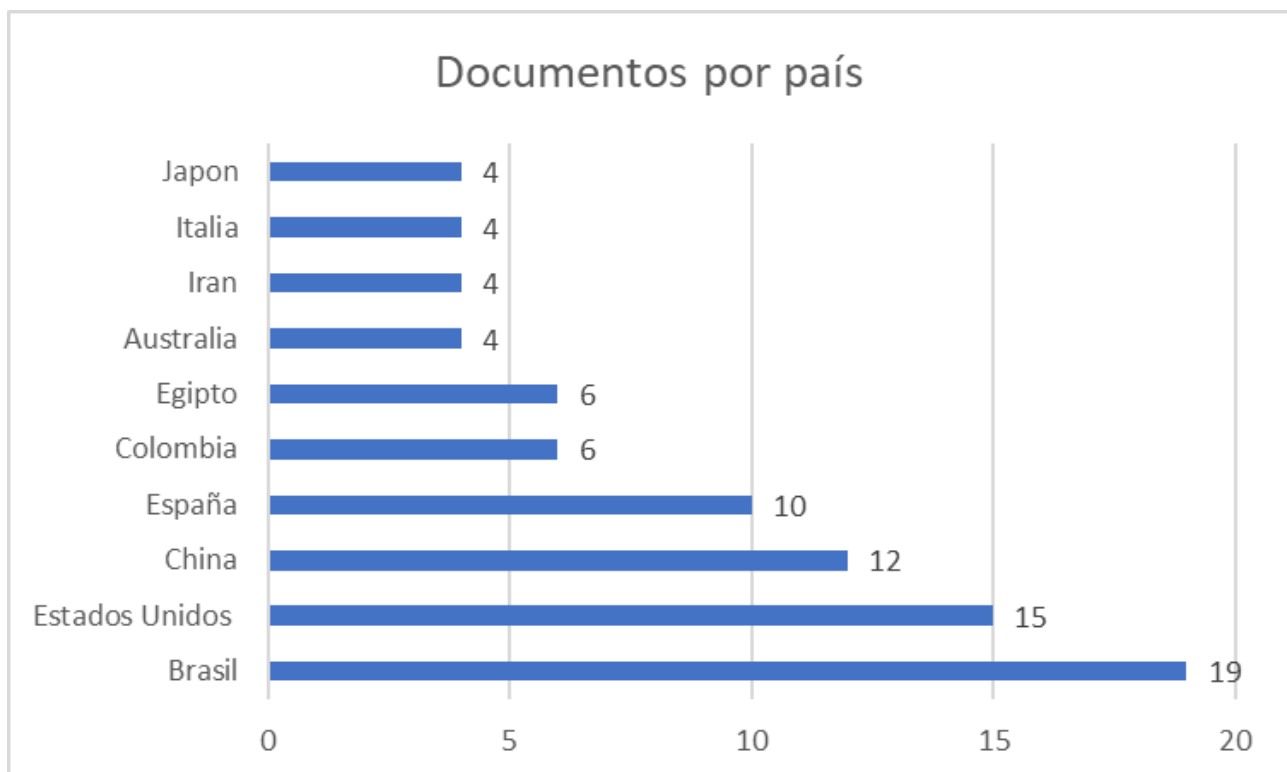
#### 4.2.4 Actores sobresalientes

A continuación, se analizan los principales países líderes e instituciones que han investigado sobre cosecha y postcosecha, en los últimos años.

**4.2.4.1 Países líderes en investigación.** A continuación, se expone la figura 16 en la cual se analiza que el país que lidera las investigaciones en la temática de cosecha y postcosecha de cítricos es Brasil con 19 documentos en los últimos 10 años (22.61%), seguido de Estados Unidos con 15 documentos (17.85%) y China con 12 documentos (14.28%). Es importante destacar que Colombia se encuentra en quinto lugar por encima de Australia, Irán, Italia y Japón con 6 documentos correspondientes a 7.14% del total de publicaciones.

**Figura 16.**

*Número de documentos publicados por país.*

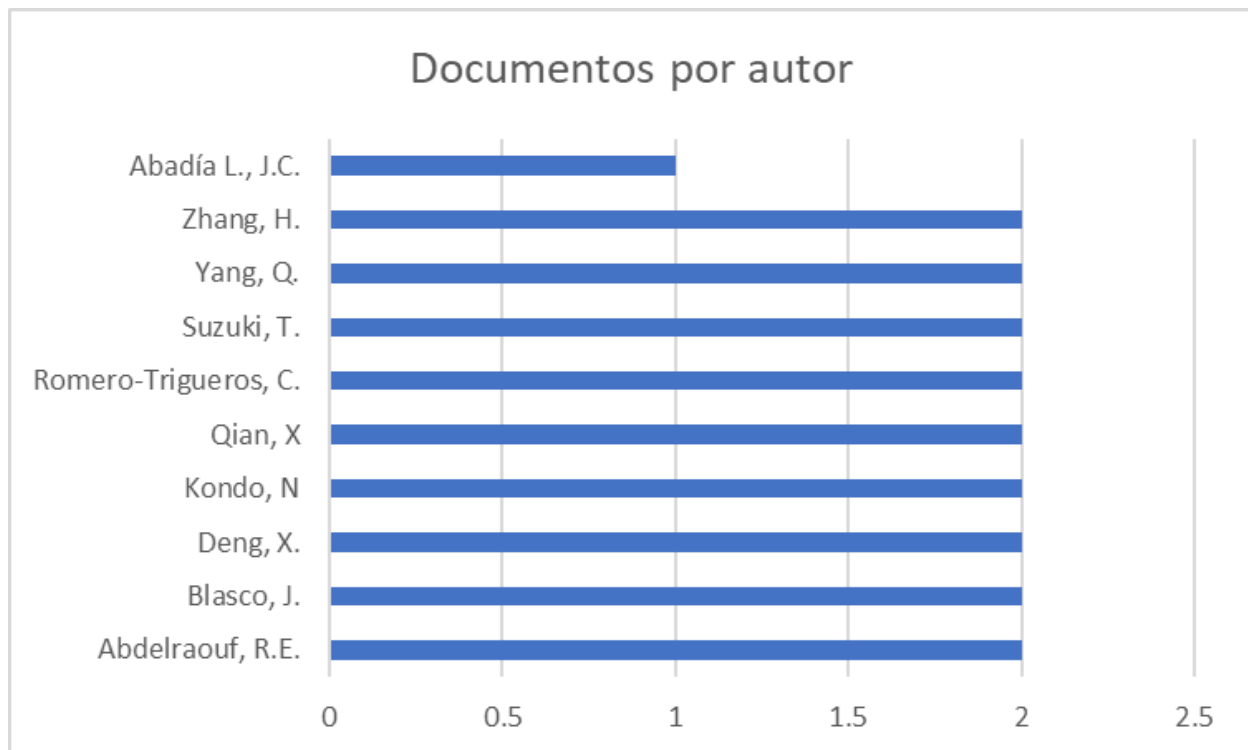


Nota: Adaptado de Scopus.

**4.2.4.2 Investigadores líderes (autores).** Según la figura 17 en la cual se expone el ranking de los primeros diez autores que se destacan por el número de documentos publicados en la temática de estudio son, Abdelraouf, R.E., Blasco, J., Deng, X., Kondo, N., Qian, X., Romero-Trigueros, C., Suzuki, T., Yang, Q., Zhang, H., todos con un número de 2 publicaciones y en último lugar esta Abadía L., J.C. con una publicación científica sobre cosecha y postcosecha de cítricos.

**Figura 17.**

*Número de documentos publicados por autor.*

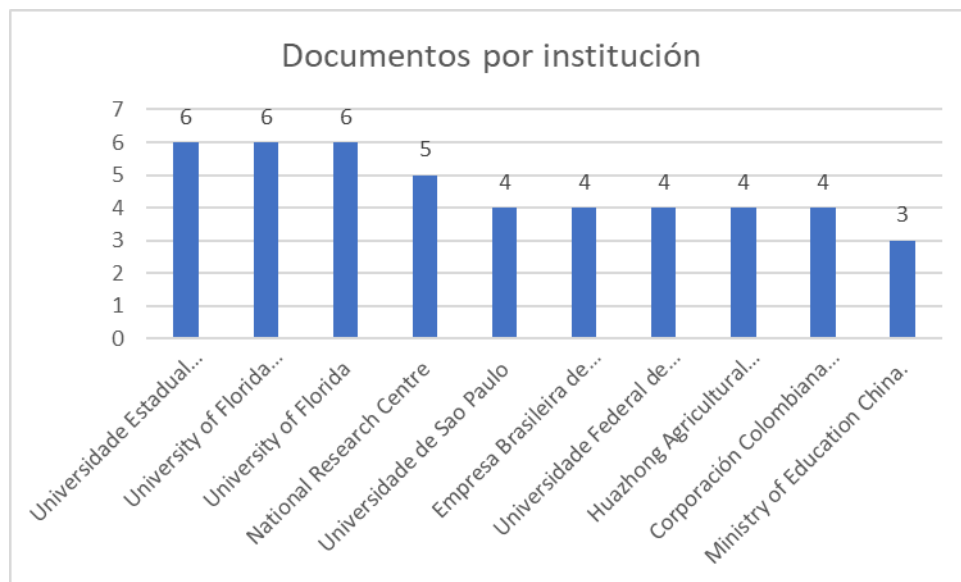


Nota: Adaptado de Scopus.

**4.2.4.3 Instituciones líderes.** A partir de la figura 18, se evidencia que las universidades que han colaborado en las investigaciones de cosecha y postcosecha de cítricos han sido principalmente: Universidad de Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Brasil, University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences y University of Florida de Estados Unidos con 6 documentos publicados. También, se destaca que la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, cuenta con 4 documentos publicados, lo que deja a la entidad colombiana en noveno lugar de instituciones líderes en investigación en cosecha y postcosecha de cítricos.

**Figura 18.**

*Número de documentos publicados por institución.*



Nota: Adaptado de Scopus.

#### **4.2.5 Estado y tendencias científicas de la cosecha y postcosecha de cítricos.**

A continuación, se expone la información encontrada en los documentos que arrojo la ecuación de búsqueda en Scopus, teniendo en cuenta su categorización por sistemas de riego, control de plagas y enfermedades y manejos de cosecha y postcosecha.

##### **Sistemas de riego:**

En los sistemas de riego, se descubren tecnologías como una unidad de potencia con motor diesel de 90 hp que opera un sistema de riego de cítricos, la cual se convirtió para funcionar con una mezcla de combustible dual, utilizando gas productor de astillas de madera de cítricos como principal fuente de combustible. Se encuentra, además el diseño de un mecanismo alimentador de virutas, un gasificador, un sistema de filtro y una unidad de control para cumplir con los requisitos típicos de energía de riego (Churchill et al., 2022).

Otro importante estudio es, el rendimiento del gotero bajo riego por goteo subterráneo (SDI), con respecto a la variación del caudal debido a la intrusión de raíces de cítricos. En la investigación se encuentra que, las plantas en macetas se riegan mediante siete modelos diferentes de goteros comerciales auto compensados; a dos profundidades (15 y 30 cm) y dos niveles de agotamiento del agua del suelo (tratamientos húmedo y seco). Después de 120 días desde el inicio del experimento es posible identificar según la investigación, diferentes comportamientos entre los modelos estudiados, relacionados con la penetración radicular. También se clasifican los modelos de goteros en relación con el grado de reducción del caudal; los tratamientos a nivel de riego no presentaron resultados concluyentes hasta 120 días después del inicio del experimento; sin embargo, considerando todo el período del experimento, se

observó que el sistema radicular fue más agresivo en la capa más profunda del suelo (30 cm) y para el tratamiento húmedo (Rubens et al., 2007).

### **Control de plagas y enfermedades:**

Según estudios encontrados, se tomaron como muestra 64 cultivos que estaban distribuidos en 61 fincas en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba y Magdalena para determinar la incidencia de termitas según su tipo, se utilizó el método exhaustivo de búsqueda de nidos de termitas y galerías en los árboles de cítricos y sus alrededores, además se han realizado mapas de distribución para comparar la ocurrencia de termitas entre especies de cítricos, categorías de edad del cultivo y entre áreas de muestreo (departamento y municipio). Sin embargo, no se arrojaron diferencias significativas, ya que, de los 1975 árboles revisados, 899 tenían termitas y el 64% era proveniente de los cultivos de naranja, el 27.30% de limonero común y el restante 8,70% del limón de Tahití y pomelo. Muestras que fueron representadas en dos familias: Termitidae (57%) con diez géneros (Anoplotermes, Amitermes, Cortaritermes, Microcerotermes, Nasutitermes, Neocapritermes, Orthognathotermes, Ruptitermes, Rhynchotermes y Termes) y Rhinotermitidae (43%) con dos géneros (Coptotermes y Heterotermes) (Abadía, et., 2013).

Por otro lado, en China, como uno de los orígenes cítricos del mundo, tiene una gran cantidad de excelentes recursos cítricos y técnicas de cultivo maduras. Las plagas y enfermedades se han convertido en una limitación importante para la cosecha y la calidad de los cítricos. En la actualidad, el aprendizaje profundo se ha utilizado ampliamente en muchos campos y su aplicación en la investigación agrícola está madurando gradualmente. El uso de

redes neuronales convolucionales de aprendizaje profundo para identificar plagas de cítricos es una tecnología de reconocimiento eficaz y de alta discriminación.

### **Manejos de cosecha y postcosecha:**

La aplicación de nuevas tecnologías en agricultura de precisión ofrece la posibilidad de vincular información a ubicaciones de cultivos muy específicas. La representación espacial de estos datos agrícolas a través de mapas de rendimiento y calidad de la fruta permite el manejo del cultivo de una manera precisa que permite realizar las operaciones agrícolas considerando la variabilidad intra-huerta, resultando así en una mayor eficiencia. El objetivo de dicha investigación fue avanzar en el desarrollo de nuevas herramientas para la generación de mapas de rendimiento y calidad para la agricultura de precisión. Se implementó una nueva herramienta para cítricos a través de un tablero llamado CitrusYield que integra los requisitos que demandan los técnicos y agricultores en cuanto a distribución espacial y calidad de su producción de cítricos. Los datos para las pruebas se recopilieron mediante un prototipo de plataforma de asistencia para la cosecha de cítricos. Para obtener mapas que muestren la heterogeneidad de la producción, se eligió una parcela experimental con diferentes variedades y producción variable (González et., 2020).

#### **4.2.6 Estado y tendencias científicas de cítricos en Santander.**

En un contexto colombiano, el país ha realizado aportes en cuanto a publicaciones científicas entre el año (2017-2021).

De acuerdo con datos arrojados por AGROSAVIA (2022), las principales temáticas que son abordadas a la hora de realizar publicaciones científicas en Colombia son:

- Detección y conteo de cítricos verdes inmaduros que se basan en la característica de patrones binarios locales.
- Degradación de tetraciclina y naranja de metilo bajo irradiación de luz visible.
- Extracción de antioxidantes poli fenólicos a partir de residuos de cáscara de naranja.

Según AGROSAVIA (2022), las instituciones colombianas con mayor número de publicaciones son: La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Cartagena, Pontificia Universidad Javeriana, con un número total de 9, 7, 3 y 2 publicaciones científicas respectivamente.

Adicionalmente el sector citrícola en Santander muestra un comportamiento favorable, ya que según AGROSAVIA (2022), el departamento fue el mayor productor en el año 2021 con un numero de 334.117 toneladas y un área cosechada de 24.115.

Cabe Destacar que Colombia tiene también participación en las tendencias científicas de los cítricos, y cuenta con estudios realizados, considerando que es un país con economía emergente y las investigaciones, buscan una gestión adecuada de los residuos, estimando los mismos como activos para la sostenibilidad en general. Tal es el caso de los residuos de cascara de naranja, la incineración y la digestión anaeróbica, las cuales son soluciones desafiantes para el sector agroindustrial del jugo de naranja para evitar el vertedero, que es la practica convencional.

Por otro lado, Colombia también ha investigado el diagnóstico del estado nutricional de la naranja ‘Valencia’ (*Citrus sinensis*) y la mandarina ‘Arrayana’ (*Citrus reticulata* Blanco), en fincas en la precordillera del departamento del Meta, como línea base para futuros experimentos y para establecer requerimientos nutricionales para estos cultivos. (Yacomelo et al., 2020)

Por tanto, se evidencian los resultados positivos frente a las investigaciones, estudios y apoyo que se ha visto reflejado en los últimos 5 años.

#### **4.3 Análisis del estado de tendencias tecnológicas de los cítricos.**

En este apartado se realiza un análisis detallado de la información que fue procesada en la herramienta de patentes online Lens.org.

##### **4.3.1 Dinámica global de patentes.**

Se analizan a continuación las tendencias de publicaciones de patentes con respecto al tiempo, donde se evidencia un crecimiento en producción intelectual en cuanto a cosecha y postcosecha en los últimos 4 años.

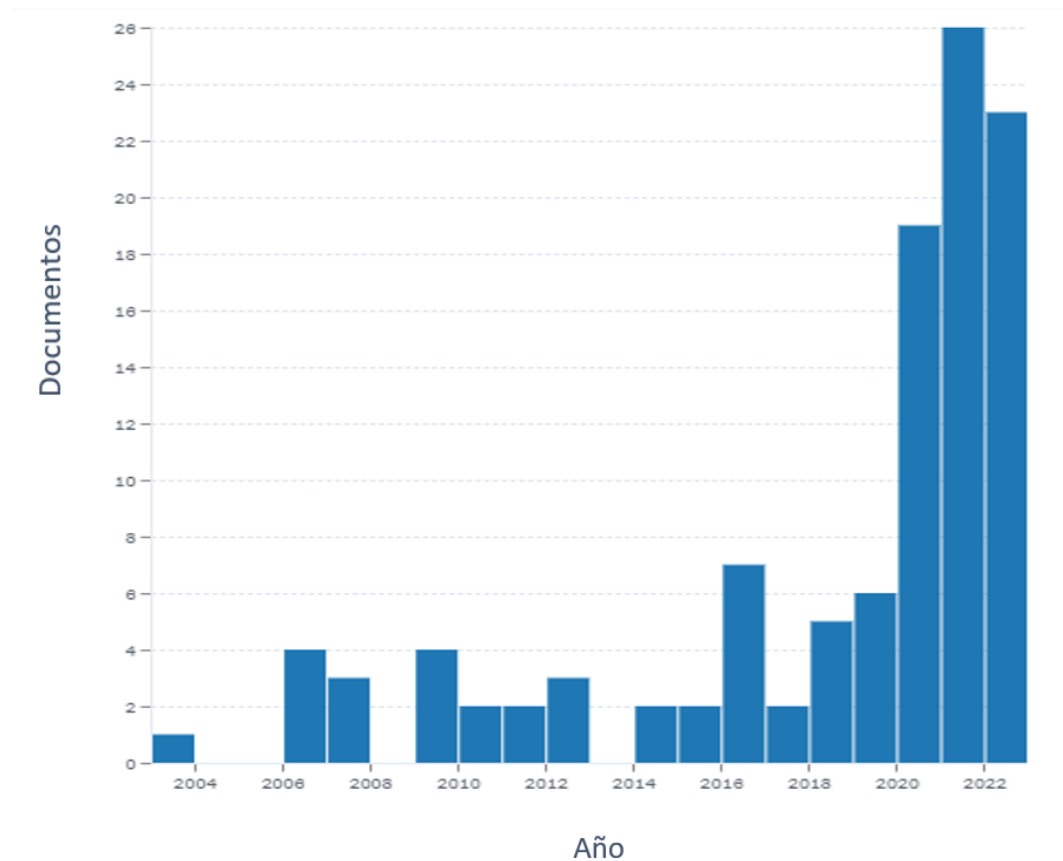
Es de notar que en los años 2005 y 2013 no se realizaron publicaciones de patentes, y que, por el contrario, a partir del año 2018 hubo un incremento en producción intelectual, siendo el año 2021 el año en el que más se realizaron inventos con temas relacionados a la cosecha. Lo anterior teniendo en cuenta que la ecuación fue corrida al finalizar el año 2022. Es decir, el número de inventos no se mantuvo el año pasado 2022, si no que por el contrario disminuyó. Sin embargo, es de notar que el número de inventos realizados en los últimos tres años se ha incluso triplicado con respecto a los años anteriores como en el 2019 donde se hicieron solamente 6



publicaciones de patentes y el año 2020 que en total se realizaron 19 publicaciones, tres veces más de las publicaciones realizadas en el año 2019.

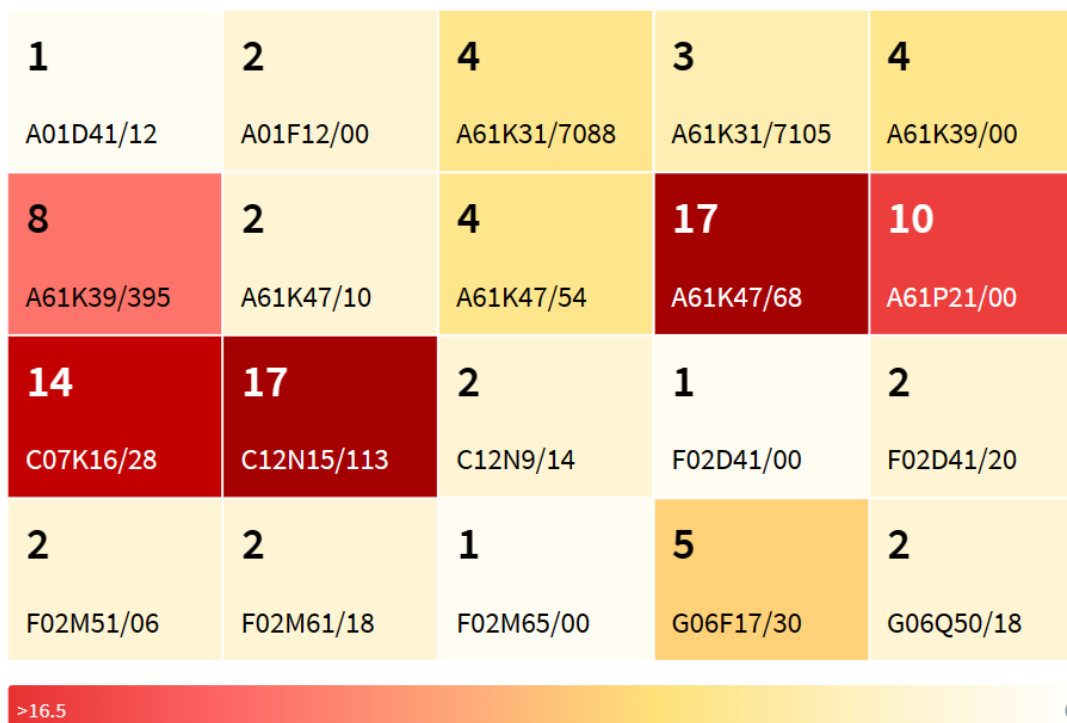
**Figura 19.**

*Distribución de patentes por año de publicación.*



Nota: Tomado de Lens.org

Adicionalmente, se realiza un análisis de los resultados de los IPC de las patentes luego de correr la ecuación en Lens.org.

**Figura 20.***IPC más desarrollados por patentes.*

Nota: Tomado de Lens.org

En la *figura 20*, se observan las temáticas que abordan la cosecha y postcosecha de cítricos descritas por la Organización Mundial de la Producción Intelectual (OMPI). Y por medio de esta, se considera que los preparativos para fines médicos y los microorganismos o enzimas, composiciones de estos, son las dos temáticas en la que más se realizaron invenciones, con un número total de 17 invenciones cada una. Seguida de los péptidos y actividad terapéutica específica de los compuestos químicos o preparados medicinales con 14 y 10 patentes publicadas respectivamente. Adicionalmente, se observa que los temas menos tratados son los relacionados

con cosecha, siega, control de motores de combustión, suministro de mezclas combustibles o de sus constituyentes a los motores de combustión en general.

**Tabla 7.**

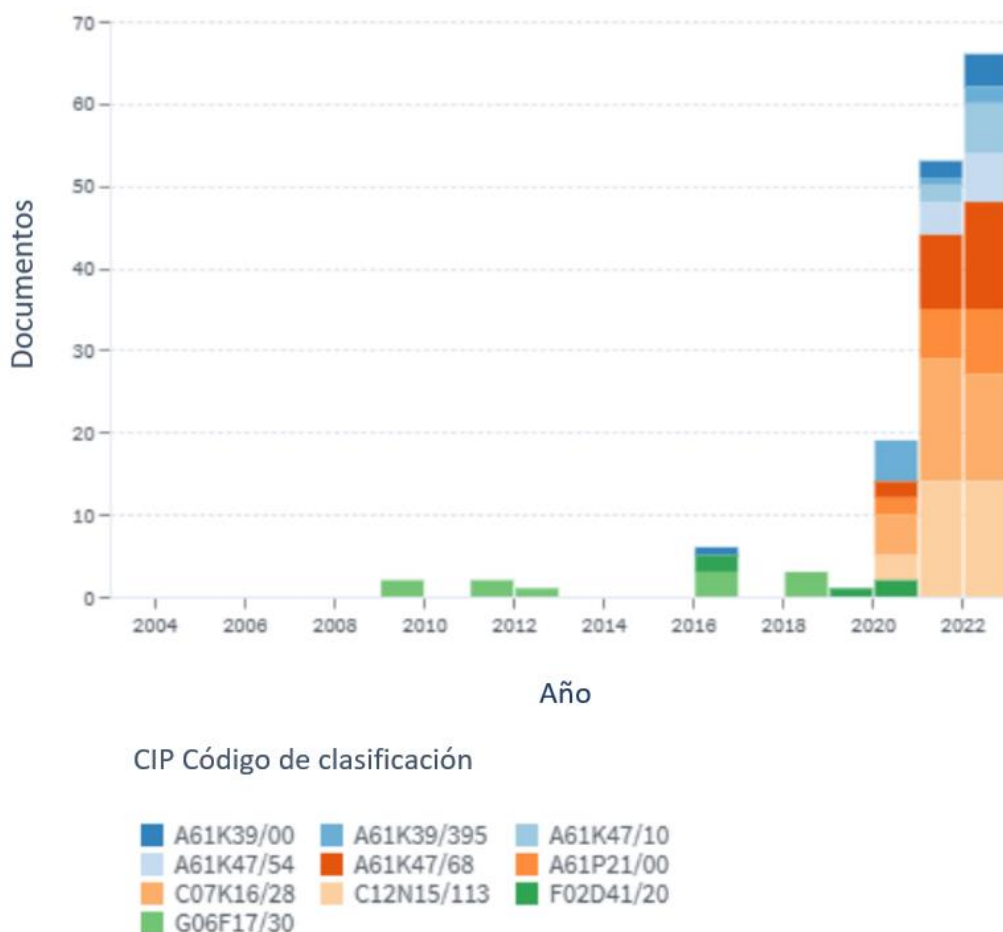
*Descripción de IPC según la OMPI.*

| IPC         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A01D        | Cosecha, siega                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| A01F        | Desgrano; empaque de paja, heno o similares, aparatos fijos o herramientas de mano para formar o atar paja, heno o similares en paquetes; corte de paja; almacenamiento de productos agrícolas u hortícolas.                                                                                                                 |
| <b>A61K</b> | Preparativos para fines médicos, dentales o de inodoro.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| A61P        | Actividad terapéutica específica de los compuestos químicos o preparados medicinales                                                                                                                                                                                                                                         |
| C07K        | Peptidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| C12N        | Microorganismos o enzimas; composiciones de los mismos                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| F02D        | Control de motores de combustión                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| F02M        | Suministro de mezclas combustibles o de sus constituyentes a los motores de combustión en general                                                                                                                                                                                                                            |
| G06F        | Procesamiento de datos digitales eléctricos                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| G06Q        | Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) especialmente adaptadas para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión o de supervisión; sistemas o métodos especialmente adaptados para fines administrativos, comerciales, financieros, de gestión o de supervisión, no previstos en otro modo. |

Para concluir la información anterior, se hizo un análisis conjunto de la clasificación IPC, teniendo en cuenta el año de publicación, para observar el comportamiento de producción intelectual a partir del año 2004.

**Figura 21.**

*Relación en el tiempo de las patentes publicadas con respecto a los IPC.*



Nota: Tomado de Lens.org

Por medio de la gráfica anterior se puede afirmar que los temas más relacionados a la cosecha y postcosecha, actualmente a nivel mundial están relacionados con los IPC C12N15/113, (Ácidos nucleicos no codificantes que modulan la expresión de genes, p. oligonucleótidos antisentido), C07K16 (Peptidos; contra receptores, antígenos de superficie celular o determinantes de superficie celular), A61P21 (Medicamentos para trastornos del sistema muscular o neuromuscular) y A61K47/68 (péptidos; siendo el agente modificador un anticuerpo,

una inmunoglobina o un fragmento del mismo, p. un fragmento Fc). Por otro lado, las áreas que están menos relacionadas con los cultivos son G06F17/30 (Equipos o metodos de computacion digital o procesamiento de datos, especialmente adaptados para funciones especificas) y F02D41/20 (Circuitos de salida, p. para controlar corrientes en bobinas de comando.) Además, se destaca que los años en los que mas se realizaron invenciones sobre los temas mencionados fue en los años 2020 y 2022.

A continuación, se da a conocer las áreas temáticas según la clasificación descrita por la Organización Mundial de Producción Intelectual (OMPI).

**Tabla 8.**

*Descripción de IPC según la OMPI.*

| IPC        | Descripción                                                                                                                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A61K39/00  | Preparados medicinales que contienen antigenos o anticuerpos.                                                                                                           |
| A61K47/54  | Preparados medicinales caracterizados por los ingredientes no activos utilizados, p. portadores o aditivos inertes; siendo el agente modificador un compuesto organico. |
| C07K16/28  | Peptidos; contra receptores, antigenos de superficie celular o determinantes de superficie celular.                                                                     |
| G06F17/30  | Equipos o metodos de computacion digital o procesamiento de datos, especialmente adaptados para funciones especificas.                                                  |
| A61K39/395 | Peptidos; anticuerpos (aglutininas A61K38/36); inmunoglobinas; suero inmune, p. suero antilinfocitico.                                                                  |
| A61K47/68  | Peptidos; siendo el agente modificador un anticuerpo, una inmunoglobina o un fragmento del mismo, p. un fragmento Fc.                                                   |
| C12N15/113 | Acidos nucleicos no codificantes que modulan la expresion de genes, p. oligonucleotidos antisentido.                                                                    |
| A61K47/10  | Alcoholes; fenoles; sales de los mismos, p. glicerol; polietilenglicoles; poloxameros; eteres de alquilo PEG/POE.                                                       |
| A61P21/00  | Medicamentos para transtornos del sistema muscular o neuromuscular.                                                                                                     |
| F02D41/20  | Circuitos de salida, p. para controlar corrientes en bobinas de comando.                                                                                                |

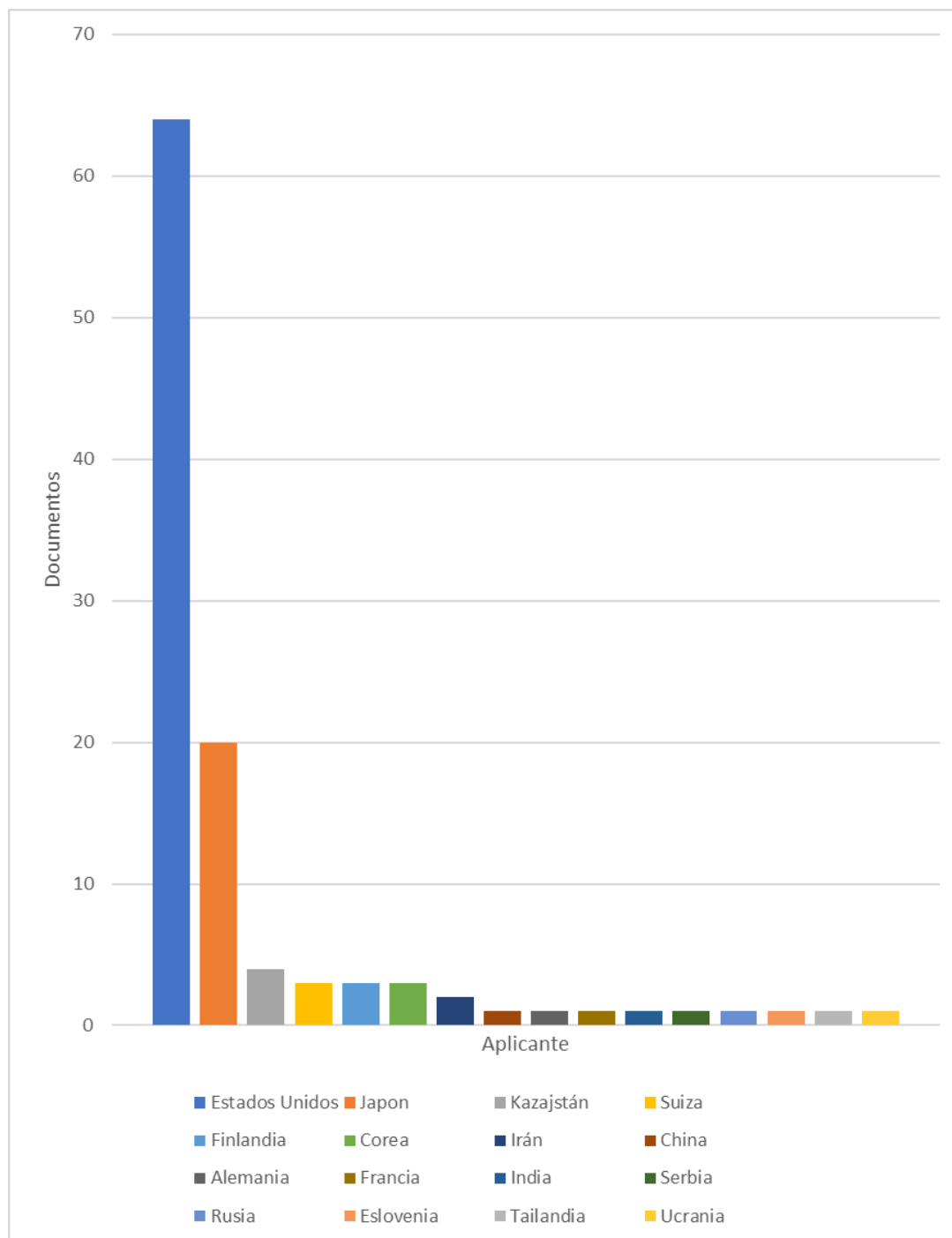
#### 4.3.2 Actores sobresalientes

En este apartado se realizan los respectivos análisis de patentes publicadas en la plataforma Lens.org, teniendo en cuenta la descripción de países, inventores y aplicantes líderes en producción intelectual en cosecha y postcosecha de cítricos.

**4.3.2.1 Países líderes en investigación aplicada.** Según la gráfica anterior, los países en que más patentes se avalaron sobre temas vinculados a la cosecha son Estados Unidos con un total de 64 patentes, número de patentes considerado que lo posiciona en el primer puesto, siendo líder en invenciones con temas relacionados a la cosecha, seguido de Japón con 20 patentes. Sin embargo, Kazajistán y Suiza ocupando tercer y cuarto lugar cuentan solamente con 4 y 3 patentes respectivamente. Los temas de cosecha son, por ejemplo en Estados Unidos los relacionados con herramientas de jardín para plantar plantas iniciales, bulbos de flores, plantas ornamentales, semillas de arbustos y plantulas. Además, en la siguiente tabla se da a conocer las invenciones de los últimos 10 años patentadas por Estados Unidos. Por otro lado Japón quien se encuentra como segundo líder de invenciones, las ha generado en temáticas relacionadas como, sensores de proteína glicosilada, métodos de medición, programas y métodos de fabricación de sensores.

**Figura 22.**

*Principales países donde se avalan patentes*



Nota: Tomado de Lens.org

**Tabla 9.**

*Muestra de patentes de Estados Unidos encontradas en Lens.org.*

| Código IPC | Nombre de la patente                                                                                                             |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A61K47/69  | Activador de dinucleótido de nicotianamina y adenina y uso de este.                                                              |
| A01D34/416 | Aparato recortador y triturador de línea.                                                                                        |
| A01C5/02   | Herramienta de jardín para plantar plantas iniciales, bulbos de flores, plantas ornamentales, semillas de arbustos, y plántulas. |
| G06Q10/109 | Asignación de unidades de recursos.                                                                                              |
| H03K19/177 | Configuración de multiplexor para dispositivo lógico programable                                                                 |
| F16H15/10  | Transmisión propioceptiva infinitamente variable modulada por deslizamiento y sistema robótico de distribución de energía.       |

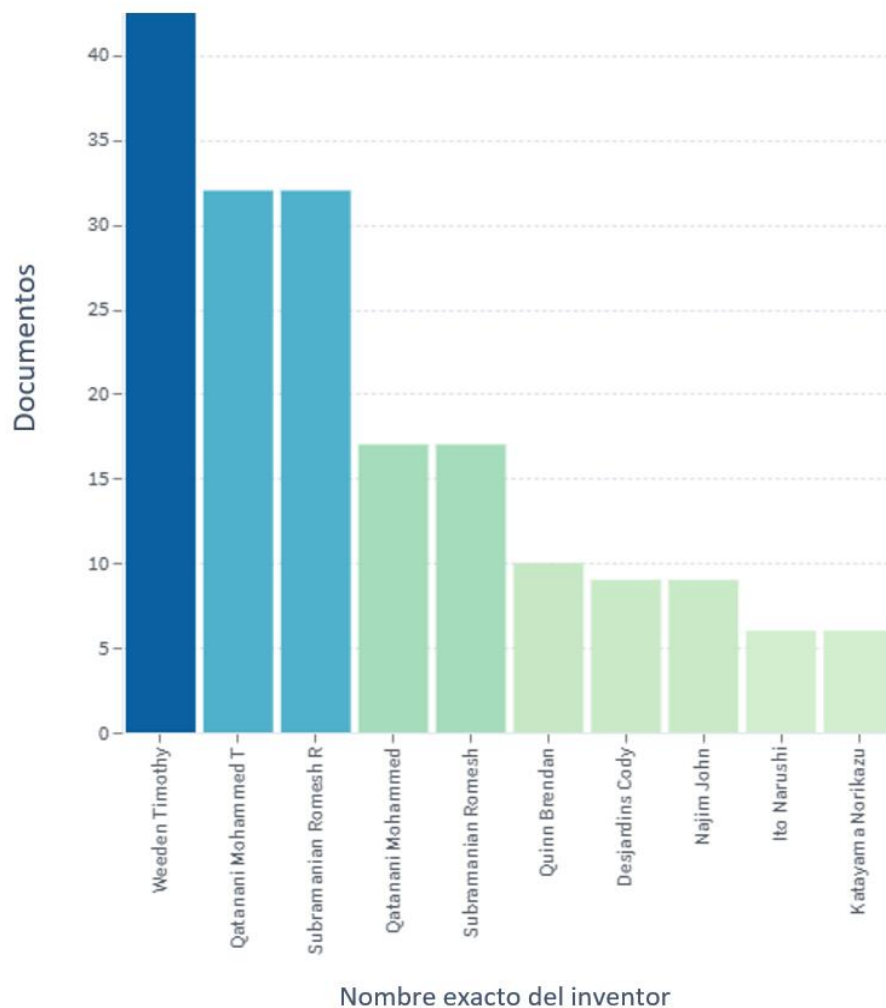
#### **4.3.2.2 Inventores líderes.**

En la *figura 23*, se destacan los inventores con más patentes publicadas según Lens.org, Weeden Timothy con una participación de 49 patentes presentadas a nivel mundial, seguido de Qatanani Mohammed y Subramanian Romesh ambos con 32 participaciones. Por otro lado, Quinn Brendann y Desjardins Cody, ocupan el 5 y sexto lugar con un número de 10 y 9 invenciones respectivamente.



**Figura 23.**

*Distribución de publicaciones de patentes por inventores.*

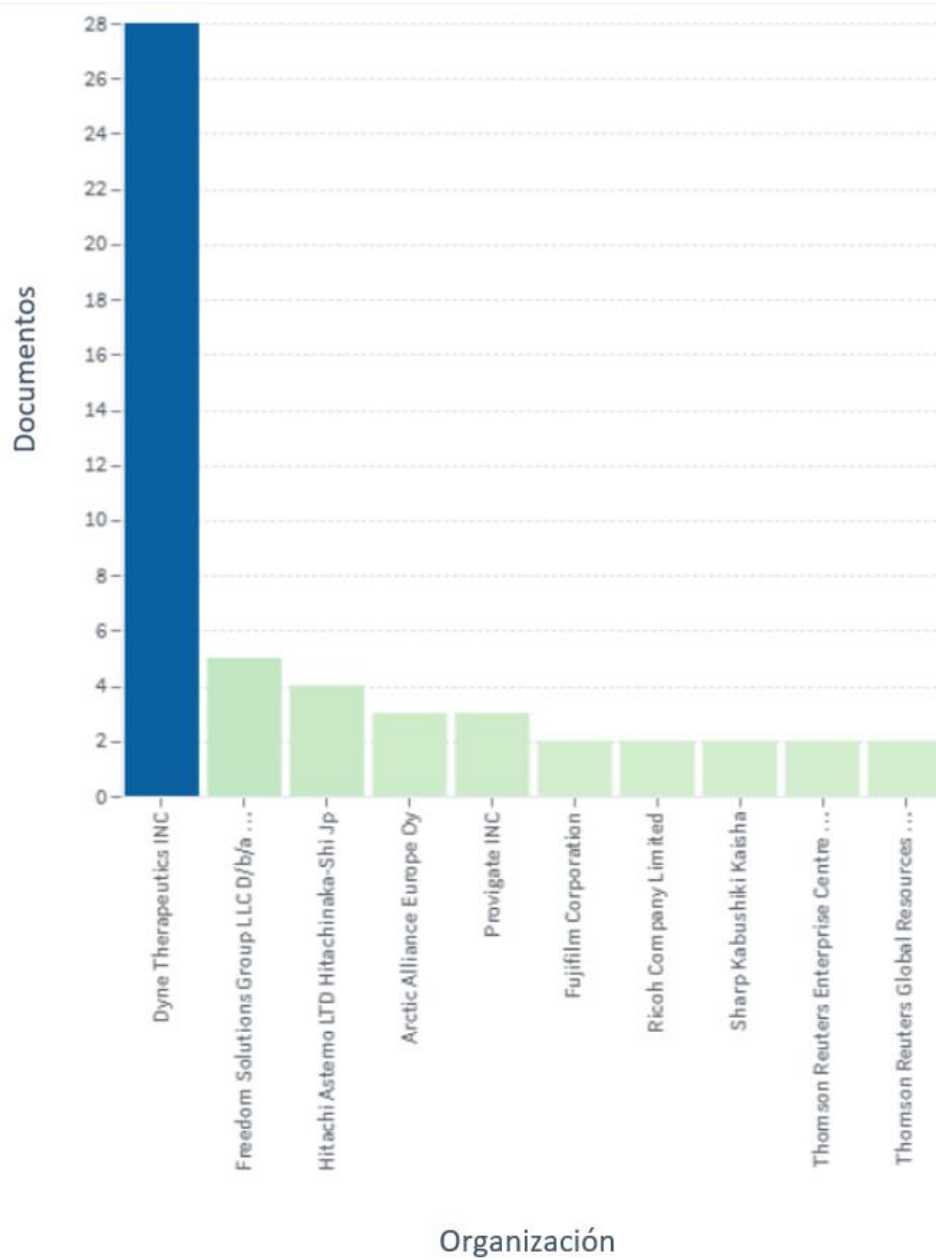


Nota: Tomado de Lens.org

**4.3.2.3 Instituciones líderes (Entidades apoderadas).** A continuación, se muestran las instituciones, entidades o empresas apoderadas, quienes brindan apoyo económico e intelectual a los inventores o autores.

**Figura 24.**

*Distribución de organizaciones por patentes.*



Nota: Tomado de Lens.org

En la gráfica anterior, se observa que Dyne Therapeutics INC, empresa de biotecnología que desarrolla terapias de ácido nucleico para enfermedades raras, cuenta con mayor participación en cuanto al apoyo económico e intelectual a los inventores con 28 patentes, seguido de Freedom Solutions Group LLC, empresa incorporada en el departamento de Estado de Colorado (CDOS), quien cuenta con 5 patentes y Hitachi Astemo LTD Hitachinaka-Shi Jp, empresa global de tecnología automoción quien ha registrado 4 patentes a nivel mundial.

#### **4.3.3 Panorama del conocimiento técnico.**

Con la información anteriormente analizada sobre patentes es importante destacar que en los últimos años se ha visto un crecimiento en invenciones relacionadas con la cosecha, las gráficas reflejan un alto crecimiento en métodos, técnicas y tecnología a nivel mundial, el cual favorece al sector agrícola en general. A continuación, se darán a conocer algunas de las patentes encontradas, dentro de las cuales se destacan los diferentes usos y métodos aplicados en la industria 4.0.

Una de las patentes, fue la inventada por Ito Narushi, Nishi Mitsumi, Katayama Norikazu y Miyazawa Yuuya, que consiste en una herramienta de Jardín manual ligera y fácil de usar mejorada que permite al usuario, realizar la tarea de plantar semillas, plántulas, bulbos, trasplantes y eliminar malezas u otro material no deseado de manera eficiente con un eje alargado y vertical con mango en T que tiene un cortador tubular en la extremidad inferior del mismo. Una placa eyectora, pasa libremente a través del cortador por medio de una varilla alargada que se extiende hacia arriba a través de una guía y está unida a una palanca. Esta herramienta También se puede usar para tomar muestras de suelo de hasta 3 pulgadas de

profundidad por ciclo de operación, y debe permanecer lo suficientemente afilada como para cortar hasta 75 tapones y agujeros.

Otra patente encontrada en la muestra tomada de los resultados de patentes por familias simples fue el método de trilla de cultivos; esta invención se refiere a métodos para trillar cultivos mediante el tratamiento magnético de las semillas recién trilladas con el fin de alterar sus propiedades biofísicas, bioquímicas y fisicoquímicas, y puede ser utilizada en agricultura para magnetizar semillas al trillar diferentes tipos de cultivos durante la cosecha.

También, se da a conocer en los resultados la invención de una maquina combinada de trabajo del suelo para labranza por medio de arado rotatorio, preparación previa a la siembra del suelo y siembra que consiste en un arado rotatorio unido al tractor a través del llamado varillaje de tres puntos o enganche de punto de té, bastidor básico para transportar herramientas unido a los mangos de las ruedas traseras del tractor, ejes y conjunto de herramientas.

Todos estos tipos de invenciones, como se mencionó anteriormente están liderados por Estados Unidos y Japón. Países que han invertido en la producción intelectual con los temas relacionados al campo.

#### **4.3.4. Estado y tendencias tecnológicas asociadas a la industria 4.0 en Santander.**

En un contexto nacional, Colombia cuenta con importantes participaciones en investigaciones de ciencia, tecnología e innovación. De acuerdo con datos arrojados por AGROSAVIA (2022), Colombia cuenta con un número total de 105 proyectos realizados en los años (2017-2021), con áreas temáticas asociadas a la cadena productiva de los cítricos.

Además, las tendencias científicas de la agroindustria 4.0, apuestan al crecimiento del consumo y exportaciones a países industriales. (AGROSAVIA, 2022).

A continuación, se dan a conocer las principales temáticas y el número total de proyectos realizados.

**Tabla 10.**

*Principales áreas asociadas a demandas de la cadena de cítricos en Colombia.*

| Número de proyectos | Área temática                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|
| 24                  | Material de siembra y mejoramiento genético.                |
| 19                  | Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial.           |
| 13                  | Manejo sanitario y fitosanitario.                           |
| 12                  | Manejo ambiental y sostenibilidad.                          |
| 12                  | Manejo cosecha, postcosecha y transformación.               |
| 11                  | Manejo del sistema productivo.                              |
| 10                  | Sistemas de información, zonificación y georreferenciación. |

Tomado de: Plataforma SIEMBRA, AGROSAVIA (2022).

En el contexto colombiano, el país cuenta con invenciones en temas relacionados a cosecha, postcosecha, producción de cítricos, sin embargo, sus enfoques no están directamente asociados a la industria 4.0.

Se encontró una patente en Colombia a través de la plataforma WIPO, de la Universidad autónoma de Manizales e inventada por Tinoco, Espejo, Ovalle, Barajas y Ocampo en el año 2017, que consiste en un sistema para la recolección de frutos cítricos y se basa en prototipo industrial, perteneciente al grupo de investigación Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial. Su

código según la IPC es, A01D46/22: Recolección de frutas, verduras, lúpulo o similares; dispositivos para sacudir árboles o arbustos; cestas o bolsas acoplable al recogedor.

**Tabla 11.**

*Colección de patentes colombianas encontradas en la plataforma OMPI (2023).*

| <b>Código IPC</b> | <b>Nombre de la patente</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B01J 13/18</b> | Proceso de multi-microencapsulación continuo para la mejora de la estabilidad y almacenamiento de ingredientes biológicamente activos.                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>A01N 25/02</b> | Método para tratar el envejecimiento de los cítricos                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>A01P 7/04</b>  | Método para controlar plaga de plantas de cítricos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>A01N 65/06</b> | Composición y método para tratar patógenos bacterianos y virales.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>A01N 37/36</b> | Un agente de control para una enfermedad postcosecha que comprende un componente líquido que incluye un ácido cítrico, un alcohol, y por lo menos un componente seleccionado de un éster de ácidos grasos de glicerol, poliglicerol, sorbitan, sorbitol y triglicéridos de ácidos grasos de cadena media; y método para controlar una enfermedad postcosecha. |
| <b>A01D 46/22</b> | Sistema para la recolección de frutos cítricos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>D21H 21/36</b> | Líquido virucida, fungicida y bacteriada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>A01N 35/04</b> | Procedimiento para obtener plantas con un mayor contenido de flavonoides y constituyentes fenólicos.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>A01P 21/00</b> | Mezcla que mejora el crecimiento de la planta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>A01N 43/90</b> | Composición antifúngica acuosa libre de sal de cloruro, método para producir la misma, método anticorrosivo que la comprende y productor agrícolas y alimentos que la contienen.                                                                                                                                                                              |
| <b>A01N 33/22</b> | Composiciones herbicidas que comprenden oxifluorfen y haloxifop.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>A01N 57/20</b> | Composiciones que comprenden adyuvante proceso para su producción el uso de ellas.                                                                                                                                                                                                                                                                            |

[Continuación Tabla 11]

| <b>Código IPC</b> | <b>Nombre de la patente</b>                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01N 37/46</b> | Composiciones para tratar enfermedades de los cítricos y promover un aumento del rendimiento de los cultivos en hilera.                                                                                                              |
| <b>A01N 33/00</b> | Controlador de ácaros en cultivos.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>A01N 65/00</b> | Composición sinérgica plaguicida de extractos vegetales.                                                                                                                                                                             |
| <b>A01N 35/06</b> | Uso de composiciones que contienen menadiona y/o algunos de sus derivados para bioestimular los mecanismos naturales de defensa de las plantas, a fin de contrarrestar entre otros los daños producidos por pesticidas y herbicidas. |
| <b>A01N 25/12</b> | Procesamiento de fundido de insecticidas fosforoamido (DI) tioato.                                                                                                                                                                   |
| <b>A01N 37/18</b> | Derivado diamida aromática, compuesto químico agrícola y hortícola y su utilización.                                                                                                                                                 |
| <b>A01N 65/42</b> | Una composición de repelente botánico a base de allium sativum y ácidos húmicos para combatir insectos plaga y procedimiento de obtención y usos.                                                                                    |
| <b>A01N 65/12</b> | Uso de aceites esenciales, extractos supercríticos y residuos acuosos generados en un proceso de obtención de extractos orgánicos de la planta artemisia absinthium l.                                                               |
| <b>A01G 17/02</b> | Método de cultivo de viñedos y obtención de sus levaduras para fermentación en altos contenidos de azúcar y alcohol.                                                                                                                 |

Tomado de: Organización mundial de producción intelectual OMPI, 2023.

Actualmente el departamento de Santander ha realizado importantes aportes a las tendencias científicas como se muestra en el numeral 4.2.6 *Estado y tendencias científicas de cítricos en Santander*.

Sin embargo, no se han reflejado aportes provenientes de universidades, institutos, entidades o empresas santandereanas en cuanto a tendencias tecnológicas y producción intelectual a la hora de realizar publicaciones de patentes relacionadas con cítricos e industria 4.0 aplicada a su cosecha y postcosecha.

## 5. Conclusiones

La vigilancia tecnológica es una herramienta importante a la hora de realizar nuevos inventos ya que con la misma se realiza una investigación profunda de las tecnologías existentes y se da paso a la creación de nuevas ideas para ser patentadas, además es una herramienta que coopera en la flexibilidad de los sectores, ya que por medio de la aplicación de nuevas tecnologías los sectores pueden responder a los cambios rápidos del mercado.

Actualmente se refleja una ventaja a la hora de aplicar diferentes métodos y herramientas tecnológicas en los diferentes sectores del campo, ya que, según los estudios realizados y el análisis preliminar de la literatura, el mundo le apuesta al sector agrícola innovando y creando nuevas formas de hacer los procesos más efectivos y óptimos.

En cuanto a tendencias científicas mundiales, se encontraron estudios relacionados a los cítricos, como por ejemplo una herramienta basada en un tablero llamado CitrusYield que integra los requisitos que demandan los técnicos y agricultores en cuanto a distribución y calidad de su producción de cítricos, por otro lado, el uso de redes neuronales que se utiliza para identificar plagas de cítricos reconocida como una tecnología de reconocimiento eficaz y de alta discriminación, las cuales son tecnologías que pueden llegar a ser estudiadas e implantadas en el campo colombiano.

Por otro lado, dentro de las tendencias tecnológicas, se encontró una herramienta de jardín ligera y fácil de usar que permite al usuario realizar la tarea de plantar semillas, plántulas, bulbos, trasplantes y eliminar malezas u otro material, además se encontró un método que permite trillar cultivos mediante el tratamiento magnético de semillas recién trilladas con el fin de alterar sus propiedades biofísicas, bioquímicas y fisicoquímicas. Las invenciones se dan lugar



más que todo en Estados Unidos y Japón. Las tendencias tecnológicas a nivel mundial están más enfocadas al sector agrícola en general. Sin embargo, en Colombia se observa que las patentes han sido encaminadas al subsector cítrícola, esto indica que el país está aportando al conocimiento tecnológico del campo.

Por otro lado, es evidente que Colombia ha contribuido en materia de tendencias científicas y tecnológicas relacionadas con la cosecha y postcosecha de cítricos con crecimiento en innovación y avances tecnológicos que permiten producir a bajo costo y con menor tiempo en el campo, ya que es optimización lo que principalmente buscan los sectores a la hora de invertir en tecnología. Sin embargo, a la hora de correr las ecuaciones de búsqueda en las plataformas, y realizar la investigación en un contexto de Santander, se evidencia que el departamento actualmente no cuenta con participación en invenciones, por lo que sería bueno tener en cuenta las investigaciones realizadas para el desarrollo de nuevas patentes. Cabe señalar, que el país cuenta con diversas investigaciones sobre cosecha de cítricos y se encuentra en décimo lugar, en auge de crecimiento, en cuanto a publicaciones científicas sobre el sector.

Así bien, con el fin de continuar el crecimiento en investigaciones y nuevas tecnologías que puedan ser patentadas en Colombia, se requiere del apoyo de empresas relacionadas con en el sector agroindustrial y que trabajen en conjunto con expertos, instituciones y universidades, con el fin de generar conocimiento y desarrollar nuevas tecnologías.

## **6. Recomendaciones**

En el presente trabajo se estudiaron las tendencias científicas y tecnológicas ya existentes a nivel mundial, por lo cual se recomienda realizar invenciones en sistemas que apoyen la cadena productiva de los cítricos y que estén relacionados con la industria 4.0, teniendo en cuenta que la tecnología ha pasado por considerables avances en el mundo y la agroindustria 4.0 juega un papel clave en el progreso del campo.

Para futuras investigaciones relacionadas con el desarrollo tecnológico en cítricos, se recomienda realizar la búsqueda de patentes en industria 4.0 de forma general para el sector agro, ya que tecnologías diseñadas para la cosecha y postcosecha de otro tipo de frutas pueden llegar a ser aplicadas en el sector citrícola.

También se sugiere hacer un estudio sobre la implementación de nuevos métodos y herramientas para atacar plagas y enfermedades en los cultivos. Ya que son las principales problemáticas que, según lo estudiado en el presente trabajo, afectan las cosechas de los cítricos. como por ejemplo sistemas que cooperen en los sistemas de riego, para tener en cuenta la relación costo beneficio a la hora de implantarlos en los cultivos.

### Referencias Bibliográficas

- Agronet MinAgricultura (2018). Cultivo de cítricos. [https:// agronet.gov.co/paginas/inicio](https://agronet.gov.co/paginas/inicio).
- AGROSAVIA (2022). Contexto de cadena cítricos. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36986>
- AGROSAVIA (2023). Contexto de cadena cítricos. Observatorio de ciencia, tecnología e innovación del sector agropecuario. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36986>
- AgroSpray. (2020). ¿Qué es la agricultura 4.0? Descubre todo al respecto. <https://agrospray.com.ar/blog/agricultura-4-0/>
- AmbientePlástico (2020). El futuro de la industria en la nueva era digital. <https://www.ambienteplastico.com/el-futuro-de-la-industria-en-la-nueva-era-digital/>
- ASOHOFRUCOL (2005): Cadena productiva de cítricos. [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/caracterizacion\\_citricos\\_2005.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/caracterizacion_citricos_2005.pdf)
- ASOHOFRUCOL. (2018). Hacia un modelo ambiental, social y económicamente sostenible. [https://issuu.com/revistagrandesdecolombia/docs/revista\\_grandes\\_de\\_colombia\\_edic.\\_v/s/14143496](https://issuu.com/revistagrandesdecolombia/docs/revista_grandes_de_colombia_edic._v/s/14143496)
- Biblioteca UIS (2019). Proyecto estudio de vigilancia tecnológica aplicada a la Lima Tahití en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR. <http://tangara.uis.edu.co/>.
- Biblioteca UIS (2020). Proyecto estudio de vigilancia tecnológica aplicada al sector estratégico del Nopal para la fundación Guaya canal- Los Santos Santander. <http://tangara.uis.edu.co/>.
- Biblioteca UIS (2020). Proyecto estudio de vigilancia tecnológica aplicada al sector estratégico de la Panela en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR. <http://tangara.uis.edu.co/>.

- Biblioteca UIS (2020). Proyecto estudio de vigilancia tecnológica aplicada en el sector estratégico de la Palma de aceite en el marco del proyecto Agrópolis MACTOR. <http://tangara.uis.edu.co/>.
- CORPOICA (2008). tecnología para el cultivo de cítricos en la región Caribe de Colombia. [https://www.researchgate.net/profile/Angela-Arcila/publication/322780007\\_Tecnologia\\_para\\_el\\_cultivo\\_de\\_los\\_citricos\\_en\\_la\\_region\\_caribe\\_colombiana/links/5cfc7e8c4585157d159e098d/Tecnologia-para-el-cultivo-de-los-citricos-en-la-region-caribe-colombiana.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Angela-Arcila/publication/322780007_Tecnologia_para_el_cultivo_de_los_citricos_en_la_region_caribe_colombiana/links/5cfc7e8c4585157d159e098d/Tecnologia-para-el-cultivo-de-los-citricos-en-la-region-caribe-colombiana.pdf)
- DANE. (2020). Encuesta nacional agropecuaria (ENA). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- Dialnet (2012). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. [https://Dialnet-VigilanciaTecnologicaEInteligenciaCompetitiva-4125290%20\(3\).pdf](https://Dialnet-VigilanciaTecnologicaEInteligenciaCompetitiva-4125290%20(3).pdf)
- Dialnet (2021). El entorno de la industria 4.0. [https://Dialnet-ElEntornoDeLaIndustria40-6405835%20\(4\).pdf](https://Dialnet-ElEntornoDeLaIndustria40-6405835%20(4).pdf)
- Ecologia verde (2018). Plagas y enfermedades de los citricos y su control. <https://www.ecologiaverde.com/plagas-y-enfermedades-de-los-citricos-y-su-control-1606.html>.
- El campesino.co (2016). La agricultura colombiana en el contexto de la globalización. <https://www.elcampesino.co/la-agricultura-colombiana-en-el-contexto-de-la-globalizacion/#:~:text=Colombia%20es%20un%20pa%C3%ADs%20privilegiado,una%20parte%20de%20sus%20habitantes>

- El espectador (2019). Agricultura 4.0. <https://www.elespectador.com/opinion/agricultura-40-columna-885762/>
- El Portafolio (2020). El agro paso el año, pero sus problemas siguen intactos. <https://www.portafolio.co/economia/agricultura-balance-del-agro-en-colombia-durante-el-ano-2020-547655>
- El profesional de la información (2008). Análisis de patentes como estrategia para la toma de decisiones innovadoras. <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/epi.2008.may.05/21663>
- El universal (2020). Limones frescos. <https://www.eluniversal.com.mx/menu/como-mantener-los-limones-frescos>
- Epicor. (2019). What is Industry 4.0-the Industrial Internet of Things (IIoT)? <https://www.epicor.com/en-us/blog/what-is-industry-4-0/>
- Gestión (2020). Revisión de la literatura. <https://gestion.pe/blog/el-arte-de-emprender-y-fallar/2020/03/revision-de-literatura.html/>
- Grupo Banco Mundial (2020).Cuál es el futuro de la agricultura en un mundo postpandemia. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/11/12/future-of-agriculture-in-a-post-pandemic-world-latin-america>.
- ICA Instituto Colombiano Agropecuario (2021). En Santander, alianza entre el ICA, la Gobernación, Asohofrucol, Agrosavia y productores por la citricultura de la región. <https://www.ica.gov.co/noticias/gran-alianza-ica-autoridades-gremios-santander>.
- ICA, Portafolio. (2021). Cítricos dulces colombianos se podrán exportar a Estados Unidos. [portafolio.co/economia/citricos-dulces-colombianos-se-podran-exportar-a-ee-uu-514092](https://www.portafolio.co/economia/citricos-dulces-colombianos-se-podran-exportar-a-ee-uu-514092)

La tercera. (2020). ¿Cuándo y como termina una pandemia? [https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/cuando-y-como-termina-una-](https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/cuando-y-como-termina-una-pandemia/DZCZSSVF3RCZDNCA43QZ2UUKGU/)

[pandemia/DZCZSSVF3RCZDNCA43QZ2UUKGU/](https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/cuando-y-como-termina-una-pandemia/DZCZSSVF3RCZDNCA43QZ2UUKGU/)

Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2005). La cadena de cítricos en Colombia.

[http://unicatolica2012.pbworks.com/w/file/fetch/53984093/caracterizacion\\_citricos.pdf](http://unicatolica2012.pbworks.com/w/file/fetch/53984093/caracterizacion_citricos.pdf)

Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2020). La cadena de cítricos en Colombia.

[http://unicatolica2012.pbworks.com/w/file/fetch/53984093/caracterizacion\\_citricos.pdf](http://unicatolica2012.pbworks.com/w/file/fetch/53984093/caracterizacion_citricos.pdf)

OPALO (2023). Diseño de un laboratorio vivo rural para el fortalecimiento de la competitividad

y sostenibilidad del sector citrícola en Santander.

<https://www.opaloresearchgroup.com/dise%C3%B1o-de-un-laboratorio-vivo-rural-para-el-fortalecimiento-de-la-competitividad-y-sostenibilid>

Portafolio. (2019). Las tecnologías que podrán ‘salvar’ el agro colombiano.

<https://www.portafolio.co/negocios/empresas/las-tecnologias-que-podran-salvar-el-agro-colombiano-526281>

Portal Fruticola (2018). Cítricos colombianos son aceptados para su exportación a Estados

Unidos. [https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/02/12/citricos-colombianos-autorizados-exportacion-estados-](https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/02/12/citricos-colombianos-autorizados-exportacion-estados-unidos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Hortifrut%C3%ADcola%20de%20Colombia,Meta%2C%20Valle%20del%20Cauca%2C%20Quind%C3%ADo%2C%20Caldas%20y%20Magdalena.)

[unidos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Hortifrut%C3%ADcola%20de%20Colombia,Meta%2C%20Valle%20del%20Cauca%2C%20Quind%C3%ADo%2C%20Caldas%20y%20Magdalena.](https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/02/12/citricos-colombianos-autorizados-exportacion-estados-unidos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20de%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Hortifrut%C3%ADcola%20de%20Colombia,Meta%2C%20Valle%20del%20Cauca%2C%20Quind%C3%ADo%2C%20Caldas%20y%20Magdalena.)

Portal Frutícola (2020). Cosecha de mandarinas en medio de fuerte demanda de cítricos.

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/10/23/california-espera-mayor-cosecha-de-mandarinas-en-medio-de-fuerte-demanda-de-citricos/>

- PROCOLOMBIA (2021). El mercado de cítricos a nivel mundial ofrece oportunidades importantes para el crecimiento de las exportaciones colombianas.  
<https://prensa.procolombia.co/colombia>
- Red agrícola (2020). Citricaldas y el reto de tecnificar la producción para ser mas competitivos.  
<https://www.redagricola.com/co/citricaldas-y-el-reto-de-tecnificar-la-produccion-para-ser-mas-competitivos/>
- Revista electrónica gestión de las personas y la tecnología (2012). Vigilancia tecnológica, metodología y aplicaciones. <https://www.redalyc.org/pdf/4778/477847114019.pdf>.
- Revista GPT (2021). Vigilancia tecnológica: Metodologías y aplicaciones. [Vigilancia\\_Tecnologica\\_Metodologias\\_y\\_Aplicaciones.pdf](#).
- Researchgate (2012). Vigilancia tecnológica: Metodologías y aplicaciones. [https://www.researchgate.net/publication/277069181\\_Vigilancia\\_Tecnologica\\_Metodologias\\_y\\_Aplicaciones](https://www.researchgate.net/publication/277069181_Vigilancia_Tecnologica_Metodologias_y_Aplicaciones)
- Redalyc (2017). El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. [https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/html/#redalyc\\_94454631006\\_ref7](https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/html/#redalyc_94454631006_ref7)
- EcuRed (2012). Vigilancia tecnológica. [https://www.ecured.cu/Vigilancia\\_Tecnol%C3%B3gica](https://www.ecured.cu/Vigilancia_Tecnol%C3%B3gica)
- Semana Rural. (2020). La tecnología: una aliada del agro colombiano.  
<https://semanarural.com/web/articulo/la-tecnologia-una-aliada-del-agro-colombiano/1662>
- Siembra (2016), Referentes internacionales en investigación básica para la cadena productiva de los cítricos.  
[298649333\\_REFERENTES\\_INTERNACIONALES\\_EN\\_INVESTIGACION\\_BASICA\\_PARA\\_LA\\_CADENA\\_PRODUCTIVA\\_DE\\_LOS\\_CITRICOS](#)

- Siembra (2016). Investigación básica para la cadena productiva de los cítricos.  
[https://www.researchgate.net/profile/Diego-Martinez-44/publication/298649333\\_REFERENTES\\_INTERNACIONALES\\_EN\\_INVESTIGACION\\_BASICA\\_PARA\\_LA\\_CADENA\\_PRODUCTIVA\\_DE\\_LOS\\_CITRICOS/links/56ea1a3b08aec8bc078165fd/REFERENTES-INTERNACIONALES-EN-INVESTIGACION-BASICA-PARA-LA-CADENA-PRODUCTIVA-DE-LOS-CITRICOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Diego-Martinez-44/publication/298649333_REFERENTES_INTERNACIONALES_EN_INVESTIGACION_BASICA_PARA_LA_CADENA_PRODUCTIVA_DE_LOS_CITRICOS/links/56ea1a3b08aec8bc078165fd/REFERENTES-INTERNACIONALES-EN-INVESTIGACION-BASICA-PARA-LA-CADENA-PRODUCTIVA-DE-LOS-CITRICOS.pdf)
- TECNOSISTEM (2008). Cultivo de cítricos. <https://tecnicosistemasvh.blogspot.com/>.
- Universidad Internacional de Valencia (VIU). (2022). Área de conocimiento de ciencia y tecnología. <https://www.universidadviu.com/ec/ciencia-y-tecnologia>
- Universidades (2013). Estructuras, procesos e instrumentos de vigilancia tecnológica. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37331247005.pdf>
- Universitaria lasallista (2012). Cítricos: cultivos postcosecha e industrialización. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/452/1/citricos.pdf>
- Vallejo L, (s.f.) Eje cafetero minero-energetico. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77226/ejecafeteromineroenergetico.pdf>
- F. Narin, P.R Mcallister, Anderson, R.C. (2016) Bibliometrics/Theory, Practice and problems, Sage Journals, vol 18, no. 1, pp. 91-03 <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0193841x9401800107>
- Universidad de Lima (2021). Las tecnologías y la cuarta revolución industrial. En línea. <https://www.ulima.edu.pe/en/node/21583>
- A.Varghese, D. Tandur, D. (2014). Wireless requirements and challenges in industry 4.0. *International conference on Contemporary Computing and Informatics, (IC31), IEEE.*



- M. Yacomelo, R. Leon, F. Perez, H. Velasquez, J. Hernandez, J. Orduz. (2020). Mineral Nutrition of Orange and mandarin crops. Relation to soil types in the department of Meta, Colombia, Scopus, vol 32, 1, pp. 59-66 2020.