

**Estudio de vigilancia tecnológica para mejorar el proceso de cuidado del café en el  
municipio de Cáqueza Cundinamarca**

Carlos Leonel Rojas Navarro

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C

2019

**Estudio de vigilancia tecnológica para mejorar el proceso de cuidado del café en el  
municipio de Cáqueza Cundinamarca**

Carlos Leonel Rojas Navarro

Docente

William Camilo Rodríguez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C

2019

## **Resumen**

El objetivo principal del documento, es la identificación de las falencias existentes dentro de la caficultura colombiana y especialmente dentro del municipio de Cáqueza Cundinamarca, teniendo como referencia, producciones de mayor densidad por hectáreas cultivadas, en las diferentes regiones del mundo, esto con el fin de mejorar los cuidados del cultivo de café. Al identificar características comunes dentro de las producciones de café y captar información certificada por federaciones nacionales, que validaban la indagación realizada, se establecieron patrones de búsqueda característicos para la filtración de la información útil dentro de los objetivos del proyecto, por medio de la base de datos seleccionada previamente. Al identificar las problemáticas de mayor incidencia en las producciones de café a nivel mundial, se realizaron búsquedas específicas de patentes, con el fin de erradicar y/o controlar las enfermedades como la roya y plagas conocidas como la broca, causantes de grandes pérdidas productivas a este sector agrícola. Así se encontraron patentes relacionadas con el desarrollo biológico de pesticidas naturales como químicos, capaces de eliminar la broca del café, control de la roya y una patente especializada para acelerar el desarrollo fenológico de las plantas de café siendo una patente de fertilización.

*Palabras clave:* café, vigilancia tecnológica, desarrollo, bases de datos, cultivo, patentes.

## Tabla de contenido

Introducción .....	9
1. Identificación del problema .....	10
1.1 Antecedentes del problema .....	10
1.1.1 Desarrollo del crecimiento del café a nivel mundial. ....	10
1.1.2 Café colombiano su cuidado y crecimiento a nivel mundial con implementación de tecnologías. ....	10
1.1.3 Proceso del cultivo de café colombiano. ....	12
1.2 Descripción del problema .....	13
1.2.1 Desarrollo de la caficultura colombiana. ....	14
1.2.2 Caficultura en Cundinamarca. ....	15
1.2.3 Caficultura en Cáqueza – Cundinamarca. ....	17
1.3 Formulación del problema .....	18
1.4 Sistematización del problema .....	18
1.5 Variables del problema .....	18
2. Justificación .....	20
3. Objetivos.....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos .....	21
4. Marco referencial.....	22
4.1 Antecedentes de la investigación .....	22
4.2 Marco teórico .....	24
4.2.1 El café. ....	24
4.2.2 Almacigo de café. ....	24
4.2.3 Recolección de café. ....	24
4.2.4 Beneficio del café. ....	25
4.2.5 Tostado del café. ....	25
4.2.6 Molido del café. ....	25
4.2.7 Vigilancia tecnológica. ....	25
4.2.8 Bibliometría. ....	26
4.3 Marco conceptual.....	27
4.4 Marco legal .....	27
5. Marco metodológico.....	30

5.1	Tipo de investigación.....	30
5.1.1	Características del estudio de vigilancia tecnológica.....	30
5.1.2	Etapas de ciclo de vigilancia tecnológica.....	31
5.1.3	Vigilancia tecnológica desde la perspectiva estratégica.....	32
5.1.4	Metodología de desarrollo estudio de vigilancia tecnológica.....	33
5.1.5	Diagnóstico estratégico de la vigilancia tecnológica.....	33
5.1.6	Búsqueda de la información.....	33
5.1.7	Interpretación de los resultados.....	34
5.1.8	Comunicación de los resultados.....	34
5.1.9	Análisis bibliométrico o bibliometría.....	34
5.1.10	Metodología de co-ocurrencia.....	35
6.	Diagnóstico estratégico.....	36
6.1	Historia del café en Colombia.....	36
6.2	Estadísticas comerciales.....	36
6.3	Proceso productivo del café.....	38
6.4	Renovación de cultivos.....	39
7.	Búsqueda y captación de la información.....	40
7.1	Bases de datos Scopus.....	40
7.2	Ecuaciones de búsqueda y palabras clave.....	40
7.3	Base de patentes.....	45
8.	Análisis de la información.....	48
8.1	Estadísticas generales.....	48
8.2	Bibliometría a través de análisis de co-ocurrencia.....	50
8.2.1	Refinamiento de datos.....	52
9.	Análisis de artículos más citados.....	56
10.	Interpretación de resultados.....	59
11.	Propuestas.....	61
12.	Conclusiones.....	63
13.	Referencias.....	66

## **Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Leyes y guía ambiental para el sector cafetero. ....	28
<b>Tabla 2.</b> Decretos y guía ambiental para el sector cafetero. ....	29
<b>Tabla 3.</b> Palabras que conforman la ecuación y años que conforman el margen de búsqueda. .....	44
<b>Tabla 4.</b> Patentes sobre control de plagas.....	46
<b>Tabla 5.</b> Patente sobre el control de enfermedades. ....	46
<b>Tabla 6.</b> Patente fertilización del cultivo.....	47
<b>Tabla 7.</b> Análisis de desarrollo artículos. ....	58

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución del área cafetera por regiones 2014. (Muñoz, 2014) .....	12
<b>Figura 2.</b> Diagrama del proceso en la producción de café. Elaboración propia.....	13
<b>Figura 3.</b> Área en café en Colombia. (Compañía nacional del café, 2012) .....	15
<b>Figura 4.</b> Comité Departamental de Cafeteros de Cundinamarca. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2014).....	16
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de café en producción en Ciénega – Cundinamarca. Elaboración propia .....	17
<b>Figura 6.</b> Ciclo de la vigilancia tecnológica. (García, 2015) .....	26
<b>Figura 7.</b> Marco conceptual. Elaboración propia .....	27
<b>Figura 8.</b> Etapas de la vigilancia tecnológica. (Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología, 2007).....	32
<b>Figura 9.</b> Producción y exportación de café Vs. tasa de cambio. (Valora Analitik, 2019).....	37
<b>Figura 10.</b> Exportaciones de café, histórico del 2000 al 2018. (DANE, 2019) .....	37
<b>Figura 11.</b> Hectáreas cultivadas de café por departamento del 2002 al 2018. (DANE, 2019)	38
<b>Figura 12.</b> Proceso productivo del café. Elaboración propia y (Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de café, 2015) .....	38
<b>Figura 13.</b> Contenido de Scopus. (ELSEVIER, 2019).....	40
<b>Figura 14.</b> Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY ( coffee ) AND ( crop ). (Scopus, 2019) .....	42
<b>Figura 15.</b> Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (coffee ) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ). (Scopus, 2019) .....	42
<b>Figura 16.</b> Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (coffee) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ) AND NOT ( female OR human OR male ). (Scopus, 2019).....	42
<b>Figura 17.</b> Áreas de interés. (Scopus, 2019) .....	43
<b>Figura 18.</b> Años de interés. (Scopus, 2019) .....	43
<b>Figura 19.</b> Principales patentes producción de café. (Patent Inspiration, 2019).....	45
<b>Figura 20.</b> Documentos publicados por año. (Scopus, 2019) .....	48
<b>Figura 21.</b> Número de documentos por autor. (Scopus, 2019) .....	48
<b>Figura 22.</b> Número de publicaciones de documentos por países. (Scopus, 2019) .....	49

<b>Figura 23.</b> Número de documentos por área seleccionada para investigación. (Scopus, 2019)	49
<b>Figura 24.</b> Número del tipo documentos presentados. (Scopus, 2019)	50
<b>Figura 25.</b> Análisis de coocurrencia. Elaboración propia con el software de VOSviewer	51
<b>Figura 26.</b> Análisis de co-ocurrencia refinado. Elaboración propia con el software de VOSviewer	52
<b>Figura 27.</b> Carga del CSV a Open Refine	53
<b>Figura 28.</b> Selección de Author Keyword e Index Keywords	53
<b>Figura 29.</b> Separación de palabras por restricción de punto y coma	54
<b>Figura 30.</b> Edición de columnas y palabras.	54
<b>Figura 31.</b> Unificación de los diferentes términos en uno solo	54



## Introducción

La caficultura en Colombia es un pilar del desarrollo social y económico, estando presente dentro de la mayor parte del territorio nacional, es la fuente de ingreso para un gran porcentaje de familias campesinas las cuales han subsistido gracias a esta labor, reconocida mundialmente y categorizada como una de las mejores producciones de café, aun así esta presenta un gran numero de problemas puesto que la competitividad del sector se ha visto diezmada por producciones de mayor cantidad en otros países tanto de latino América como de Asia, teniendo en cuenta el tipo de café que se siembra en el país (Café arábica) versus al café sembrado por otros países (Café robusta), que hacen frente a la producción nacional, siendo este otro mucho mas fácil de producir y en mayor cantidad, aun siendo menos apetecido por lo diferentes comercios internacionales. A esto se suma el incremento de la enfermedad conocida como roya que provoca la caída gradual de las hojas del cafeto y una mayor presencia de plagas especialmente la broca que infecta el fruto, dañándolo y provocando su prematura caída.

Este estudio se desarrolla con una característica descriptiva realizando una recolección de datos de este mismo tipo. Contando con 5 etapas en la que la inicial es el establecimiento de las necesidades del sector cafetero, especialmente en el cuidado del cultivo, la segunda es en la búsqueda de datos científicos especializados que abarcan diferentes etapas de la caficultura, la cual se ejecuta por medio de la base de datos Scopus, la tercera es el refinamiento de toda la información recolectada a partir de restricciones establecidas mediante el software OpenRefine, una vez refinada la información de la base de datos, será analizada en el estudio de bibliometría por medio del software VOSviewer analizando las métricas, finalmente se hará un mapeo sistemático de la información separándolos en cluster gráficos, siendo esta la cuarta etapa. La etapa final se basa en un estudio de patentometria y mapeo de patentes en donde se recuperará información de desarrollo de elementos químicos y naturales especializados, para la erradicación y/o control de las enfermedades y plagas del café.

El presente trabajo busca ser una base para el fortalecimiento y el desarrollo de la caficultura en Colombia, logrando aumentar los conocimientos de los campesinos y el aumento de las competencias del sector.

## **1. Identificación del problema**

### **1.1 Antecedentes del problema**

#### **1.1.1 Desarrollo del crecimiento del café a nivel mundial.**

Desde las últimas décadas el campo de la producción de café a nivel mundial ha tenido un incremento considerable, pues la implementación de nuevas técnicas de cultivo y cuidado de este grano han permitido que las retribuciones del mismo se maximicen.

Por las características particulares que se requieren en la producción de café en su mayoría la producción se encuentra en el sur del país y es consumido en el norte del mismo, lo cual conecta a los países que tienen un menor desarrollo con los mercados mundiales. Este producto es producido en más de 60 países a nivel mundial, por lo que cubre a poco más de 25 millones de caficultores, mayormente se trata de pequeños propietarios que lo cultivan en un aproximado de 10 hectáreas de tierra fértil (Bitzer, Francken, & Glasbergen, 2009).

Entre los años 80 y 90 el café sufrió una de las mayores crisis en virtud de que sus productores eran pocos y quienes se beneficiaban de su producción eran un número muy pequeño de caficultores. Actualmente, con la finalización de los acuerdos internacionales del café los precios de este han decaído, mientras que la producción mundial ha ido en aumento de manera significativa, llevando a una excesiva oferta de producto con una demanda en crisis (Bitzer, Francken, & Glasbergen, 2009).

#### **1.1.2 Café colombiano su cuidado y crecimiento a nivel mundial con implementación de tecnologías.**

Colombia se encuentra entre los mayores productores de café a nivel mundial, además de ser un gran representante de la exportación del mismo. Este es 100% arábico, que es uno de los de mayor calidad. Dicho café ha ganado una de las mejores reputaciones debido al impulso de cada uno de sus caficultores y productores, a sus cooperativas y federaciones enfocadas en velar por estos mismos, trayendo nuevas técnicas y estudios para mejorar sus semillas. Estos logros se han alcanzado a razón de que en 1927 la unión de los cafeteros trajo consigo la creación de una organización que hasta la fecha los representa, tanto nacional como internacionalmente, esto es, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019).

Ahora bien, aproximadamente 3.6 millones de hectáreas se encuentran cultivadas por café dentro del territorio colombiano, con una producción promedio total de 11.6 millones de sacos. De acuerdo con (Pizano, 2001; Pérez & Lizarazo, 2017):

La unidad de producción que predomina es la pequeña que provee el 15% de la producción total, y simultáneamente aporta una parte significativa de la mano de obra que se requiere en las unidades productivas más grandes. Las unidades empresariales, medianos productores, genera el 40% de la producción nacional y finalmente los cafeteros empresariales, grandes productores representan un 45% del total de la cosecha cafetera del país.

Si se compara con otros sectores productivos del país, el sector cafetero produce más empleo que el sector minero-energético y que el de la construcción, lo que significa que la caficultura desarrolla de manera real la economía rural. Sumado a ello, contribuye con los ingresos económicos de más de 550 familias que habitan en todo el territorio colombiano. En el año 2014 el PIB creció sobre el 3% y el café representó el 56% de tal aumento. Esto conlleva a reconocer el gran valor que la caficultura tiene dentro de la economía colombiana y demuestra su papel fundamental en el crecimiento económico nacional. Por lo tanto, no se le debe aislar de los demás sectores, ni descuidar las metas trazadas en pos de generar su crecimiento (Muñoz, 2014).

La distribución de las regiones cafeteras evidencia la sectorización que estas tienen de acuerdo con las características del territorio colombiano y su ubicación sobre las cordilleras, que recorren parte central y sur del país, considerando la cantidad de áreas cultivadas en su totalidad medida por hectáreas sembradas y su porcentaje de participación en los cuatro sectores de mayor producción e influencia sobre el sector cafetero.

Cuadro 1. Distribución el área cafetera por regiones 2014*				
Región	Fincas	Area total (hectáreas)	Area Café (hectáreas)	Participación (%)
Norte	34.542	533.906	86.186	9
Centro Norte	203.696	958.774	237.572	25
Centro Sur	172.149	814.203	337.986	36
Sur	276.198	819.595	286.788	30
Total Nacional	686.585	3.126.479	948.533	100

\* Agrupación de los departamentos productores en cuatro regiones de acuerdo con sus similitudes en las épocas de cosecha y las condiciones agroclimáticas.  
 Región Norte: Cesar, Norte Santander, Magdalena, La Guajira, Bolívar.  
 Centro Norte: Antioquia, Santander, Cundinamarca, Boyaca, Meta, Casanare, Choco.  
 Centro Sur: Tolima, Caldas, Valle, Risaralda, Quindío.  
 Sur: Huila, Cauca, Nariño, Caquetá, Putumayo.  
 Fuente: Federación Nacional de Cafeteros, (FNC).

**Figura 1.** Distribución del área cafetera por regiones 2014. (Muñoz, 2014)

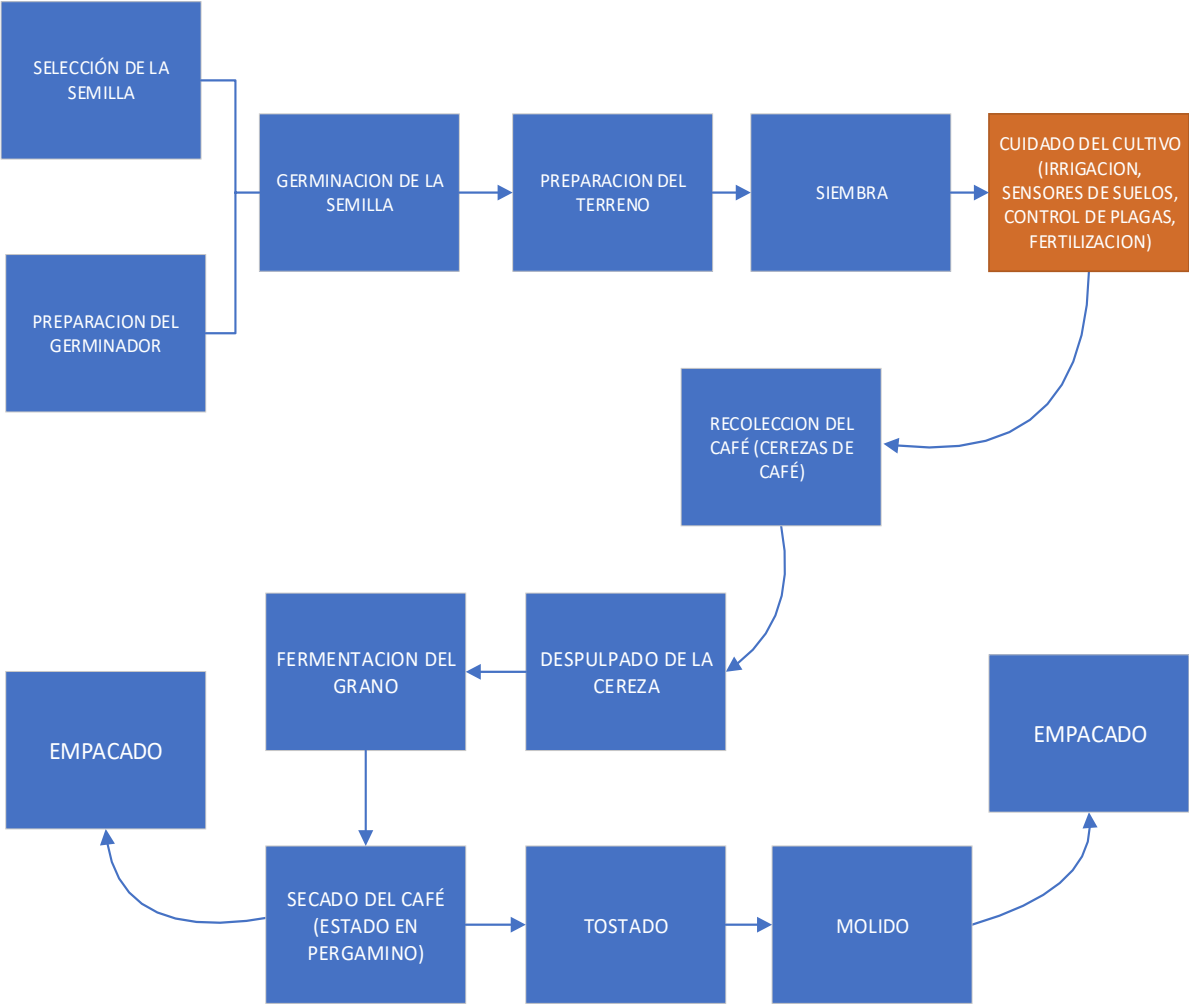
Los caficultores representan el 25% de la población rural en estos departamentos; la gran mayoría de los cultivos pertenecen a campesinos con cultivos menores a las cinco hectáreas sembradas, representando así el 96% de los productores, quienes incorporan el 72% del área cultivada a nivel nacional y también representan el 70% de la producción nacional de café.

### 1.1.3 Proceso del cultivo de café colombiano.

El cultivo de café dentro del territorio colombiano tiene grandes variaciones técnicas y de costumbre, pues en él se aplican diferentes conocimientos que son adquiridos tras los años de experiencia y las costumbres heredadas, con el fin de obtener cosechas de manera elevada y de gran calidad, además para cuidar las parcelas sembradas y los suelos expuestos a dichas labores para mantener su mayor fertilidad. Esto se consigue con la erradicación de malezas, el control de plagas que transmiten enfermedades y la fertilización de los suelos con compuestos orgánicos y abonos especializados.

El café como planta de gran producción tiene una gran exigencia respecto a los nutrientes que le ofrece el suelo, por eso uno de los factores de mayor importancia son los abonos minerales tales como el humus, que deben ser intervenidos directamente por el caficultor. La gran demanda de estos nutrientes da la fuerza que requiere el crecimiento vegetativo del árbol de cafeto, así como una buena producción de las cerezas en buen tamaño y en la cantidad que el árbol realmente debe producir. Esta es una sola de las muchas medidas técnicas que se deben tener en cuenta para la manutención de dicho cultivo.

El proceso productivo del producto en cuestión ocurre en fases o etapas de desarrollo que empiezan con la selección de la semilla hasta llegar a su empackado como café tostado listo para ser consumido.



**Figura 2.** Diagrama del proceso en la producción de café. Elaboración propia

**1.2 Descripción del problema**

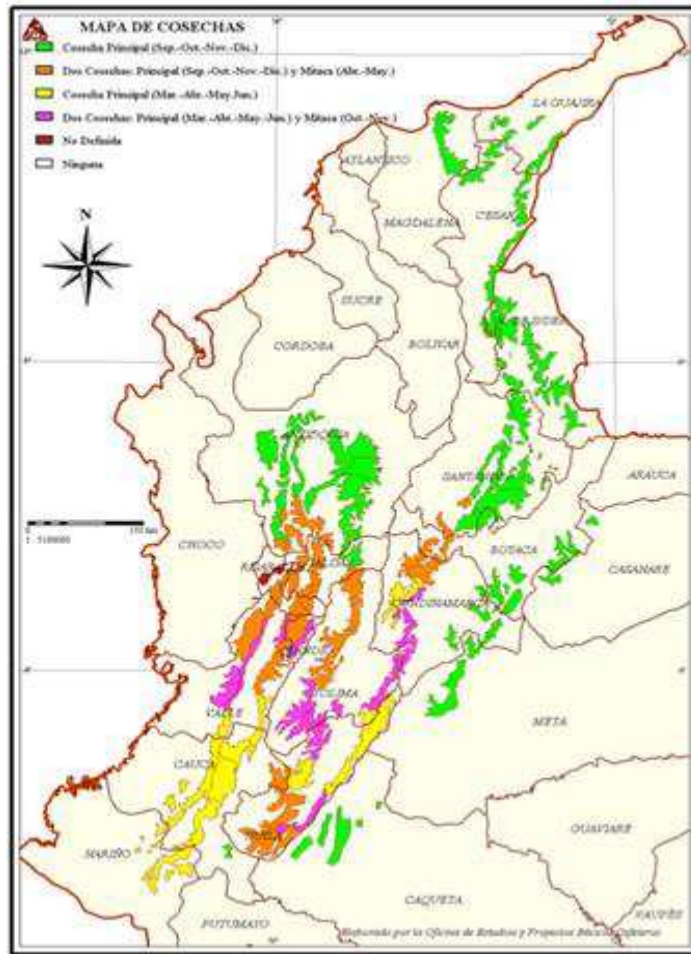
En la actualidad se encuentra en auge el consumo de café, con una demanda que supera los 9537 millones de kilos, superando en un 94.6% los datos de hace 35 años. Este es un gran reconocimiento y éxito para este mercado que ha recobrado una gran relevancia a nivel mundial, aunque presente una grave crisis por el calentamiento global que ha generado una disminución bastante considerable de áreas de cultivo en los principales países productivos, a consecuencia de lo cual se ha generado un revés en los precios de manera significativa.

Se prevé que a mediados del año 2050 las áreas de cultivo de café tendrán una simbólica reducción de su área de cultivo de casi el 50%, y actualmente está en 11 millones de hectáreas según las apreciaciones del Instituto de Cambio Climático de Australia. En los territorios de Latinoamérica la reducción sería de casi el 80% del área cultivada, teniendo en cuenta que es la zona líder en la producción de café según la revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Granados, 2018).

A nivel mundial cada uno de los grandes productores se diferencia por sus características únicas en las diferentes variaciones del cultivo, así que se tienen en cuenta las producciones de cada uno de ellos. De acuerdo con Vanegas (2017), “según la International Coffee Organization, con datos de 2015, los países que más producían café era Brasil, con dos millones 594 mil kilogramos, Vietnam con un millón 650 mil kilos y Colombia, con 810 mil kilos, lo que representó un 30%, un 19.18% y un 9.42%, respectivamente” (Vanegas, 2017, párr. 1).

### **1.2.1 Desarrollo de la caficultura colombiana.**

La caficultura en Colombia es un pilar de la economía nacional, además de contar con un gran reconocimiento a nivel mundial, pues el café se destaca por ser suave, de taza limpia con una acidez y aroma muy marcados. Es sembrado y cosechado en una extensa parte del territorio, a una altura sobre el nivel del mar entre los 1200 y los 1900 metros aproximadamente. Alrededor de estos cultivos hay una dependencia de poco más de 600 000 familias, que participan en los diferentes procesos de la producción de café, teniendo en cuenta que la mano de obra se presenta desde el momento en el que se germinan las semillas hasta la recolección del fruto (Café de Colombia, 2010).



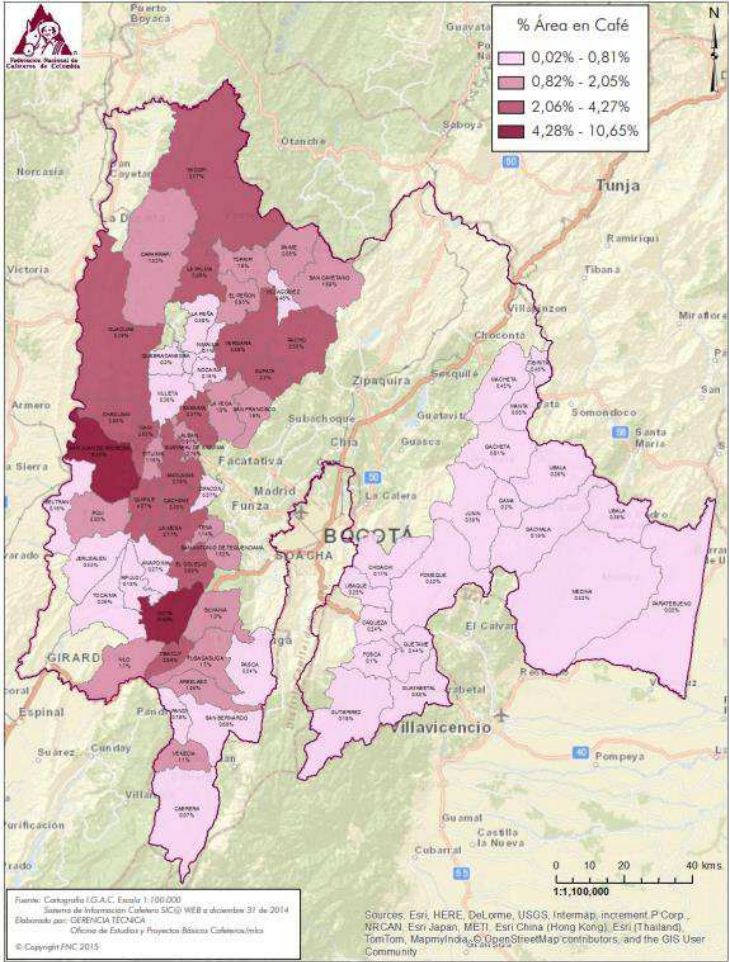
**Figura 3.** Área en café en Colombia. (*Compañía nacional del café, 2012*)

Tras analizar la concentración cafetera dentro del territorio colombiano se puede concluir que este cultivo está posicionado en las zonas con mayores necesidades económicas o donde la concentración de pobreza es mayor; el 70% de la población dedicada a la caficultura está presente en por lo menos 382 municipios, en los que más del 38% de su población se encuentra en situaciones de necesidades básicas insatisfechas y el 11% se encuentra viviendo en casas con errores de construcción. No obstante, cabe mencionar que la situación es menos crítica que en los sectores productivos agrícolas dentro del territorio colombiano, que alcanza un 46% de necesidades básicas insatisfechas (Muñoz, 2014).

### **1.2.2 Caficultura en Cundinamarca.**

El cultivo de café se encuentra posicionado como el tercero más importante dentro del departamento de Cundinamarca, con una aproximación de 37 900 hectáreas sembradas. El departamento tiene dentro de su territorio 863 hectáreas de café rainforest, 168 hectáreas de café orgánico y 16 958 de café verificado 4C. De este modo, le aporta un 15% al empleo rural, un 9% al PIB agrícola y un 5% al PIB agropecuario, razón por la cual es el soporte de más de 31 000 familias relacionadas y vinculadas con los cultivos de café. Igualmente se calcula que

el departamento cuenta con una producción de más de 400 000 sacos de 60 kilos de café verde. El valor de la cosecha supera los \$ 200 mil millones aproximadamente, los cuales son distribuidos en poco más de 31 mil familias dentro del departamento (Gobernación de Cundinamarca, 2015).

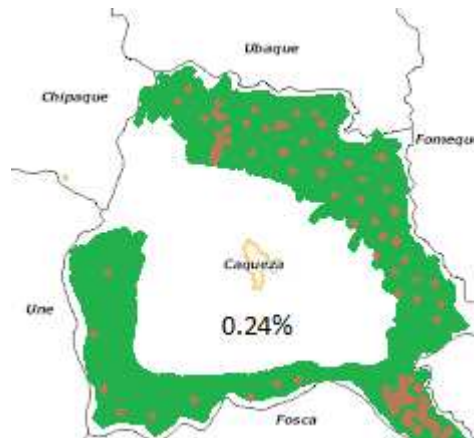


**Figura 4.** Comité Departamental de Cafeteros de Cundinamarca. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2014)

Un dato relevante es que, en el departamento de Cundinamarca, que está conformado por 116 municipios, el 60% de su población es caficultora. A mediados del año 2014 se contó con un aproximado de 37 996 hectáreas sembradas y más de 36 000 fincas dedicadas a esta labor. Se tiene conocimiento de que el 87% del café sembrado en el departamento se encuentra tecnificado y el 13% se encuentra en un estado de cultivo tradicional. El departamento cuenta con una cooperativa departamental llamada Coodecafec, que asegura la compra del café pergamino para posteriormente ingresarlo a Almacafé (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2014).



Entre los 116 municipios productores de café en Cundinamarca está Cáqueza, con una participación del 0.24% en la producción y comercialización de este producto. Es en este municipio donde se situó este trabajo de grado.



**Figura 5.** Porcentaje de café en producción en Cáqueza – Cundinamarca. Elaboración propia

### **1.2.3 Caficultura en Cáqueza – Cundinamarca.**

Particularmente la producción cafetera en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca está en estado de desarrollo. Es un municipio joven en la siembra y producción de café, y recibe un gran apoyo por parte de la alcaldía municipal, la cual impulsa a los agricultores con nuevos proyectos productivos y les dona las primeras plantas para que inicien. No obstante, dada la situación por la que pasa el municipio, su conocimiento sobre los cultivos de café es limitado y está en progresivo desarrollo. Ante este panorama, es necesario que el agricultor tenga la información que requiere a la mano, puesto que ello le dará una gran posibilidad de sostener este nuevo cultivo, que como se ha dicho, tiene una representación económica muy alta en todo el territorio colombiano y un gran impacto social.

Una de las etapas más importantes dentro del proceso productivo del café es el cuidado y la manutención de los cultivos, puesto que dependiendo del buen desarrollo del cultivo se generará una producción más rentable y estable dentro de todo su periodo de cosecha. Esta etapa tiene muchas variables para evaluar y tener en cuenta, tales como la irrigación del cultivo, su adecuada fertilización, el control de plagas y su respectivo análisis de suelos.

La producción de café está fundamentada en prácticas agrícolas a diferentes escalas, con el fin de tener en cuenta su estado de desarrollo y cada una de sus necesidades básicas y cada uno de sus procesos, esto es, el establecimiento de los cultivos, las labores de siembra, la manutención del cultivo, la cosecha, la recolección, el beneficio de la cereza de café y por último, el secado, para luego ser comercializado en estado de pergamino.

Así pues, el municipio de Cáqueza se encuentra en un estado alto de desconocimiento de nuevas herramientas y tecnologías que les permitan ejercer buenas prácticas de producción de café, lo cual da como resultado un bajo nivel productivo del municipio frente a otros que cuentan con gran similitud en sus características básicas para la siembra y producción de café en sus diferentes etapas de comercialización. Asimismo, las labores dentro del cultivo aún se desarrollan de manera artesanal, puesto que no se cuentan con las herramientas técnicas adecuadas para mejorar estos procesos.

### **1.3 Formulación del problema**

Partiendo de los antecedentes evidenciados con anterioridad, la producción de café en la región de Cáqueza, Cundinamarca, como un municipio en desarrollo, se encuentra con un conocimiento limitado de las herramientas y tecnificación del cultivo de café, motivo por el cual surge la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los avances científicos y tecnológicos que permiten mejorar el cuidado y la manutención del cultivo de café en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca?

### **1.4 Sistematización del problema**

- ¿Cuáles son los principales requerimientos del cultivo de café para su buen desarrollo?
- ¿Cuáles son los requisitos principales a tener en cuenta dentro de los cultivos de café en Cáqueza, Cundinamarca?
- ¿Cuál es el proceso adecuado para captar información por medio de un estudio de vigilancia tecnológica para el cuidado del cultivo de café?
- ¿Cómo garantizar que las técnicas halladas en las diferentes fuentes de información captadas se puedan ejecutar?
- ¿De qué manera socializar los resultados encontrados por medio del estudio de vigilancia tecnológica?

### **1.5 Variables del problema**

Como variables del problema se pueden encontrar características relacionadas con el desarrollo del cultivo; se vio afectado el resultado final del mismo a causa de las variables dependientes e independientes, que juegan un factor de desarrollo en las estrategias que se tomaron para hallar los resultados esperados. Las variables dependientes, dentro del proceso productivo del cultivo de café y que están relacionadas directamente con el objetivo de

desarrollo, son los que afectan el cultivo y reducen su productividad y ganancia, en estas se presentan las siguientes:

- Plagas y enfermedades comunes dentro del cultivo de café.
- Variedad en los diferentes tipos de malezas que compiten con el árbol de café por los nutrientes del suelo.
- Densidad de la siembra y arreglo espacial.
- Exposición solar de los cafetos en áreas del cultivo que deben tener porcentajes de sombra.
- Control sobre el ciclo de fertilización.
- Estudios de suelos correspondientes en diferentes puntos del cultivo.
- Taxonomía y clasificación del café para la selección de la semilla.
- Condiciones físico-químicas del suelo.

En las variables independientes se encuentran las que siguen, que se evalúan por su capacidad para influir o afectar a las variables dependientes.

- Precio de los químicos para combatir las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de café.
- Comportamiento del clima por factores de contaminación (calentamiento global).
- Conocimiento sobre las etapas de fertilización.
- Políticas para subsidiar procesos dentro del cultivo de café.
- Agremiaciones y asociaciones que no tienen presencia en la región,

## **2. Justificación**

Con el presente trabajo se buscó establecer las necesidades básicas de los cultivos de café en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca, a través de la selección, el análisis, la difusión y la comunicación de la información por medio de un estudio de vigilancia tecnológica, que garantice los mejores resultados en el cultivo de café y que tengan un buen desarrollo productivo, que a su vez permita mejorar y aumentar la competitividad sectorial y disminuir los posibles riesgos que se presenten en el aumento continuo de la producción. Según la Gobernación de Cundinamarca (2018), “este proyecto fortalecerá los procesos de fertilización de 3633 hectáreas de café y apoyará la fertilización de otras 950 hectáreas en etapa productiva (18 a 60 meses), para tener cultivos jóvenes y así aumentar su productividad” (párr. 1).

La presente investigación se enfocó entonces en buscar, seleccionar y analizar herramientas y conocimientos básicos sobre el cuidado del cultivo de café mediante un estudio de vigilancia tecnológica y en cumplimiento de sus características de investigación, las cuales ayudarán en el proceso de cultivo de café en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca. El propósito es establecer y garantizar una mejora continua dentro de estos cultivos, con el fin de posicionar a la región dentro del sector cafetero colombiano.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar un estudio de vigilancia tecnológica para mejorar el proceso de cuidado del café en el municipio de Cáqueza Cundinamarca.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar los requisitos de información y los factores clave a vigilar para el proceso del cuidado de cultivos de café en Cáqueza Cundinamarca.
- Buscar y captar la información requerida a través de estudios bibliométricos y mapeo de patentes.
- Analizar la información obtenida de las fuentes ya establecidas mediante un software especializado.
- Interpretar los resultados obtenidos.
- Formular propuestas basadas en los resultados obtenidos, orientadas a mejorar el cuidado de los cultivos de café en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca.

## **4. Marco referencial**

### **4.1 Antecedentes de la investigación**

Los conceptos y las herramientas utilizadas para llevar a cabo el estudio de vigilancia tecnológica en los diferentes campos de trabajo, en los que la aplicación de los mismos generó un gran valor a la aceleración del cambio técnico y crucial para competir con éxito, se desarrollaron de manera controlada, tras identificar y medir los aspectos que se han marcado en cada área de manera continua con el fin de lograr cambios significativos. Es oportuno mencionar que existe una gran variedad de estudios de vigilancia tecnológica enfocados en diferentes ámbitos de igual importancia, algunos de estos son los siguientes.

La tesis titulada “Estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva aplicado al cultivo y comercialización del durazno (*prunus persical*) cv. amarillo jarillo en la provincia de Pamplona” (García, 2015, p. 2), que fue presentada para la obtención del título de magíster en Administración de Organizaciones. Aquí se propuso un plan de competitividad y Tratados de Libre Comercio (TLC) para la exportación y comercialización del durazno amarillo jarillo en la provincia de Pamplona, Norte de Santander.

Asimismo, la tesis titulada “Estudio de vigilancia tecnológica en sistemas de movilidad para personas con discapacidad visual” (Ardila & Rojas, 2018), presentada para la obtención del título de profesional en Ingeniería Industrial, que planteó una propuesta de mejora a la movilidad de las personas con discapacidad visual por falta de las herramientas, con un enfoque en la detección de tecnologías capaces de incrementar la autonomía en la movilidad para este tipo de discapacidad.

Un tercer artículo que funciona como referente es el realizado por García y Olaya (2006), llamado “Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café”, que es un proyecto de investigación para la optimización de cadenas agroindustriales en Colombia, financiado por el Instituto para el Desarrollo de Ciencia y Tecnología Francisco José de Caldas (Colciencias) y la Universidad de La Sabana. Este buscó ayudar y aportar a la mejora de la eficiencia de la cadena valor y de la cadena de abastecimiento del café, en donde se describe y se especifica la conexión y la funcionalidad de cada una de las partes relacionadas, a nivel nacional y global, usando la metodología de análisis de funciones básicas. Adicionalmente expone la dinámica de la evolución económica que se presenta en la actualidad dentro del sector cafetero, tanto a nivel mundial como a nivel nacional, así, muestra cuáles son

las principales razones de influencia, además de plantear diferentes perspectivas de investigación.

Un cuarto estudio antecedente es el realizado por el Banco Mundial (2002) llamado “Estudio del sector cafetero en Colombia”. En este estudio se relacionó la forma en la que se desarrolla la producción de café en el territorio colombiano con las buenas prácticas, con el fin de llevar sus resultados a la exportación de este, a reconocer la importancia que tiene para todo el territorio andino representando importantes ingresos para el país pues llega a generar más del 80% de las exportaciones, y cómo ha sido un instrumento de desarrollo para la infraestructura del país y de muchas industrias que fueron creadas gracias a los aportes y el reconocimiento obtenido por el café.

Un quinto artículo es el realizado por la Federación Nacional de Cafeteros (2013), llamado “Dinámica del consumo interno de café en Colombia”. Este examinó la dinámica que se encuentra en el consumo de café en el territorio colombiano desde finales de la década del 80 hasta el año 2013, donde se analizan los primeros factores del consumo del café, el impacto a nivel mundial cafetero y las políticas internas para el fomento del consumo y los factores relacionados tales como la economía, los factores culturales y los factores sociales, los cuales inciden en la decisión y la forma en la que lo ve el consumidor. Igualmente se abordó la creación de un programa llamado Café de Colombia–Toma Café para incentivar el consumo del producto agrícola.

Otro referente es el proyecto realizado por Fernández (2017), llamado “Estudio de factibilidad para producir cafés especiales en las fincas cafeteras grandes y medianas en el municipio de andes, Antioquia”. El sector cafetero en Colombia para el año 2015 representó un aumento del 20% en la cosecha, además del aumento del consumo de café y la forma en la que este se consume, reflejando así diferentes tendencias de consumo sobre los diferentes tipos de cafés especiales, por el cual sus clientes están dispuestos a pagar mucho más que por los tradicionales. Esto da una gran oportunidad en Colombia para producir una mayor cantidad de este tipo de cafés, teniendo en cuenta que en el 2015 representaron el 24% de las exportaciones de café, de las cuales el tradicional ocupa un 70%. El proyecto tuvo como fin la formulación de una metodología de cafés especiales en las fincas medianas y grandes en el municipio de Andes, Antioquia a través de un estudio de factibilidad.

Un séptimo trabajo es el realizado por Ocampo y Álvarez (2017), llamado “Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia”. Este estudio se dirigió a identificar las

tendencias relacionadas con la producción de café. Entonces se analizaron diferentes estadísticas a nivel nacional y mundial sobre este producto, teniendo en cuenta los reportes de la Organización Internacional del Café (ICO), el Sistema de información agropecuaria y la Federación Nacional de Cafeteros (FNC). Se tuvieron en cuenta datos importantes como la variedad climática, la escasez de mano de obra, el incremento del precio de producción y la volatilidad del precio de café que afecta esta industria y pueden ser los motivos para el decrecimiento del sector y la producción de café en los diferentes municipios caficultores de Colombia.

El objetivo principal de este proyecto fue identificar las necesidades y los cuidados necesarios del cultivo de café para lograr su mejor estado productivo en el municipio de Cáqueza, Cundinamarca, a partir de las características geográficas que se presentan en este lugar. Posteriormente, se buscó socializar los resultados de la investigación con los productores caqueceños en apoyo para las buenas prácticas y una buena producción de café.

## **4.2 Marco teórico**

### **4.2.1 El café.**

Para la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010):

Se conocen como café los granos obtenidos de unas plantas perennes tropicales (cafetos), morfológicamente muy variables, los cuales, tostados y molidos, son usados principalmente para preparar y tomar como una infusión. Género pertenece a la familia de las Rubiáceas (Rubiaceae), que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría árboles y arbustos.

### **4.2.2 Almacigo de café.**

El cultivo de café exige buenas prácticas, entre estas aplicar tecnologías y técnicas innovadoras en su germinación bajo el propósito de obtener las chapolas de buena calidad, que darán un cultivo con mayor producción. En este proceso se hará la selección de las mismas con el fin de seleccionar las más adecuadas teniendo en cuenta su formación física y sus raíces. En el almacigo de café se cuidará del desarrollo de la planta de café hasta que alcance el tamaño adecuado para ser sembrada directamente en el suelo.

### **4.2.3 Recolección de café.**

Sobre la recolección del fruto de café, que es una de las etapas productivas más importantes, el Centro Nacional de Investigación de Café [Cenicafé] (2013) dijo:

[Que] en cada pase varían tanto la masa de café maduro a recolectar por árbol, denominada carga, como la concentración de los frutos maduros. En la región central, la carga en un pase puede variar



desde menos de 100 g de frutos maduros por árbol a 500 - 700 g/árbol, en los días de mayor flujo de la cosecha, denominados picos de cosecha. El personal requerido para la recolección de café en cada pase se busca generalmente teniendo en cuenta la experiencia adquirida en la finca en años anteriores. (párr. 2)

#### **4.2.4 Beneficio del café.**

En cuanto al beneficio de café, como proceso siguiente a la recolección o cosecha de la cereza del café, el Centro Nacional de Investigación de Café [Cenicafe] (2016) manifestó:

[Que] consiste en un conjunto de operaciones para transformar los frutos de café en café pergamino de alta calidad física y en taza, el cual, por su estabilidad en un amplio rango de condiciones ambientales, es el estado en el cual se comercializa internamente este producto en Colombia. El proceso de beneficio de café lo realizan los caficultores, en su gran mayoría, en las instalaciones que tienen en sus fincas, a las que denominan beneficiadoras, y donde realizan básicamente el recibo, despulpado, remoción de mucílago, lavado, diversas clasificaciones y secado. (párr. 3)

#### **4.2.5 Tostado del café.**

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2012), “se trata del producto que resulta de la transformación de los granos de café verde. Esto mediante un proceso de aplicación de calor que produce cambios físicos y químicos que potencializan el aroma y el sabor de cada grano”.

#### **4.2.6 Molido del café.**

De acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2012), “después del proceso de tostión, los granos de café son molidos antes de proceder a la preparación de la bebida. Existen tres tipos de molienda: grueso, fino y medio, que hacen referencia a la granulometría. El tipo de molienda seleccionada dependerá del método de preparación o de la cafetera usada para la preparación final de la bebida”.

#### **4.2.7 Vigilancia tecnológica.**

Según el Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología (2007):

La gestión estratégica de la información científico-tecnológica resulta cada vez más importante para innovar y sobrevivir en un entorno complejo y cambiante como el actual. Los ciclos de vida de tecnologías y productos se acortan, los mercados se hacen globales, el riesgo tecnológico requiere ser gestionado y la innovación abierta emerge para transformar los modelos de negocio de las organizaciones. Además, internet permite acceder, como nunca antes, a una gran cantidad de información que muchas veces, puede resultar inabarcable, despertando el riesgo de la sobreinformación o infoxicación. (párr. 1)



**Figura 6.** Ciclo de la vigilancia tecnológica. (García, 2015)

#### 4.2.8 Bibliometría.

Es una ciencia en la cual se aplican métodos matemáticos y estadísticos a la literatura científica y a los diferentes autores que la puedan producir, con el fin de analizar y estudiar la actividad científica. Los instrumentos usados para medir las características de este fenómeno social son los indicadores bibliométricos, medidas que brindan datos e información respecto a los resultados de la actividad científica en cualquiera de sus diferentes manifestaciones. En esa medida, a la hora de medir resultados de las ciencias en un país u organización se deben considerar los indicadores bibliométricos. Igualmente, deben ser considerados los indicadores económicos, sociales y demográficos que aportarán un enfoque mucho más amplio que los análisis desarrollados (Ruiz & Jorge, 2002).

### 4.3 Marco conceptual

En el presente apartado se consignan las metodologías utilizadas en el desarrollo de esta investigación, proyectada para el año 2019, y realizada como trabajo para obtener grado en la Universitaria Agustiniiana en la carrera de Ingeniería Industrial. En este estudio se aplicaron herramientas de vigilancia tecnológica a las tecnologías usadas para el sustento del cultivo de café en el departamento de Cundinamarca, municipio de Cáqueza, con el fin de brindarles bases a los pequeños caficultores de la zona, con información relevante para la implementación de nuevas estrategias con las patentes y procesos ya aplicados en diferentes regiones del país que han sido establecidos por diferentes medios.

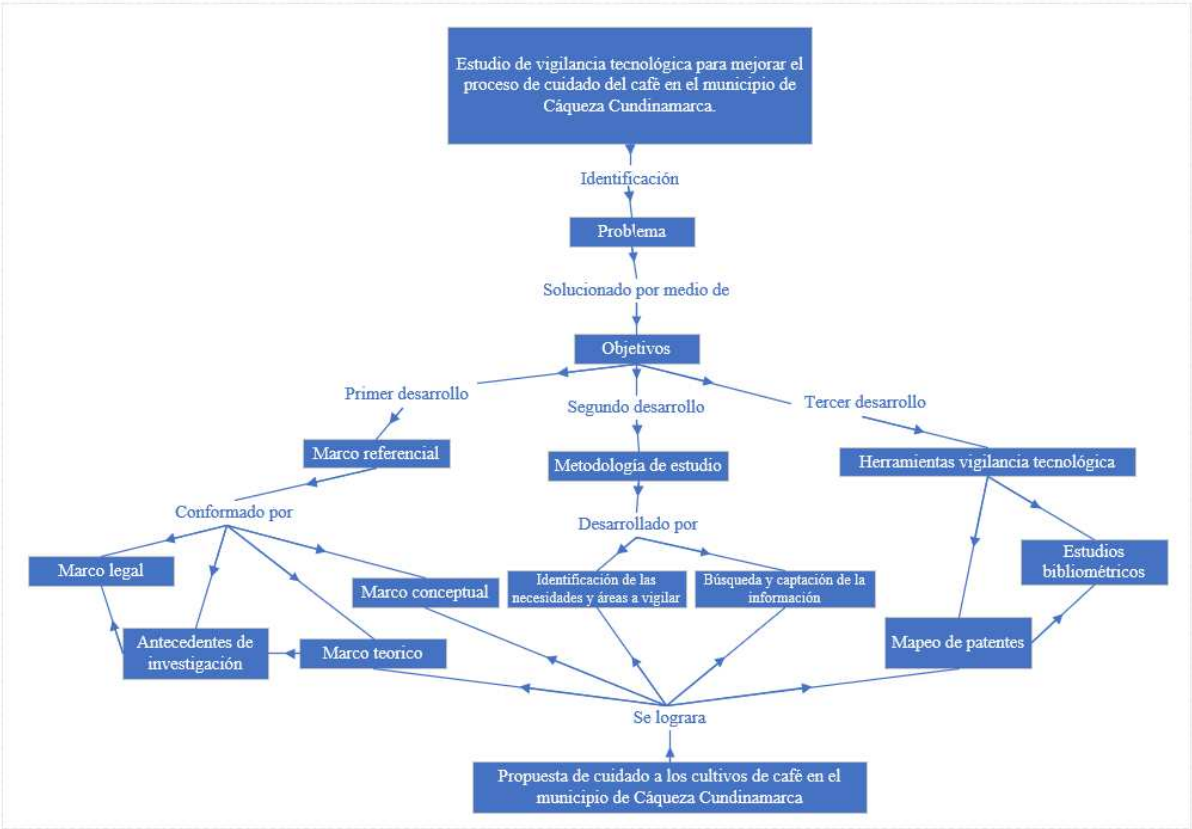


Figura 7. Marco conceptual. Elaboración propia

### 4.4 Marco legal

Este proyecto se enmarcó en las políticas de preservación natural y producción de café que rigen a los caficultores nacionales, para ello se tomó como punto de referencia la Federación Nacional de Cafeteros.

Tabla 1.

*Leyes y guía ambiental para el sector cafetero*

<b>Ley</b>	<b>Año</b>	<b>Título</b>
Ley 76	1927	Sobre protección y defensa del café.
Ley 76	1931	Provee el fomento de la industria cafetera.
Ley 11	1972	Por la cual se deroga el impuesto de exportación de café y se dictan otras disposiciones.
Decreto Ley 2811	1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 09	1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias.
Ley 17	1981	Por la cual se aprueba la “Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”, suscrita en Washington, D.C. el 3 de marzo de 1973.
Ley 84	1989	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales, se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.
Ley 30	1990	Ley aprobatoria, Convenio de Viena para la Protección de Capa de Ozono.
Ley 9	1991	Normas generales sobre cambios internacionales y medidas complementarias - Contribución cafetera.
Ley 99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 189	1995	Aprueba el “Acuerdo de Creación de la Asociación de Países Productores de Café”.
Ley 253	1996	Aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

*Nota:* (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019)

Tabla 2.

*Decretos y guía ambiental para el sector cafetero*

<b>Decreto</b>	<b>Año</b>	<b>Título</b>
Decreto 2078	1940	Se dictan medidas relacionadas con la industria del café.
Decreto 444	1967	Régimen de cambios internacionales y de comercio exterior.
Decreto 1449	1977	Reglamenta el Decreto 2811 de 1974, donde se establece la obligación de los propietarios de predios de conservar la cobertura mínima en las nacientes de agua y orilla de los cauces.
Decreto 1608	1978	Desarrolla del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente en materia de fauna silvestre y reglamenta por tanto las actividades que se relacionan con este recurso y con sus productos.
Decreto 1173	1991	Por el cual se expiden normas sobre regulación de la política cafetera y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2300	2006	Por el cual se reglamenta la Ley General Forestal.

*Nota:* (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019)

## 5. Marco metodológico

### 5.1 Tipo de investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, que se caracteriza por realizar procesos:

[Tales como] describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. (Hernández, 2014, p. 2)

Partiendo del tipo de investigación se tomaron las siguientes fuentes de información:

- Noticias nacionales e internacionales (producción de café), artículos federación nacional de cafeteros, trabajos de grado, información de organizaciones públicas y privadas, **VOSviewer**.
- Palabras clave usadas para la búsqueda de información, caficultura moderna, tecnología agrícola, innovación, inversión, renovación, cuidados agrícolas, vigilancia tecnológica, competitividad.
- Análisis de la información captada por medio de las herramientas y parámetros de búsqueda.
- Interpretación de la información y enfoque específico en la dirección de los requerimientos de búsqueda. (Hernández, 2014, p. 3)

#### 5.1.1 Características del estudio de vigilancia tecnológica.

Los objetivos de este tipo de estudios son identificar los desarrollos que puedan contribuir en la solución de problemas relevantes para mejorar la competitividad. El objetivo principal de la vigilancia se relaciona específicamente con 1. Los aspectos y características estratégicas del proceso de vigilancia tecnológica; 2. Los análisis desde la lógica de las cadenas productivas; 3. El análisis de los avances tecnológicos identificados desde la perspectiva de los desafíos que plantean, las habilidades y capacidades de las compañías para confrontarlos (Malaver & Vargas, 2007).

En ese sentido, por medio de este estudio se realiza un seguimiento constante a los competidores y su desarrollo, a los clientes y a los proveedores; se consulta información específica sobre sus labores; se tiene asistencia a eventos en donde se realizan prácticas sobre vigilancia tecnológica tradicional. Siguiendo a Malaver y Vargas (2007):

Cuando la búsqueda incluye tanto al scanning como al monitoring, es decir, tiene un carácter más general, se denomina watching. En este caso el proceso de vigilancia está mucho más organizado y es más sistemático, y se está en presencia de un sistema de organización de la observación, análisis y difusión precisa de la información para la toma de decisiones. Ese sistema de vigilancia filtra, interpreta y valora la información para permitir a sus usuarios actuar con más eficacia. (p. 21)

### **5.1.2 Etapas de ciclo de vigilancia tecnológica.**

La presente investigación se guio por las cinco etapas básicas del estudio de vigilancia tecnológica, llamadas ciclo de vigilancia tecnológica; estas fases son:

- 1. Diagnóstico.** En este primer paso se identificarán las necesidades de información y los componentes necesarios para guiar el estudio de vigilancia hacia el objetivo.
- 2. Búsqueda y captación.** Se establecerán objetivos de búsqueda de la información se establecerán parámetros para buscarla, identificarla y percibirla. Se establecerán palabras clave para precisar la búsqueda de la información respectiva de acuerdo con la necesidad de información. Se identificará el origen de la información (noticias, documentos, bases de datos, proyectos, entre otros.), de donde se obtendrá la información.
- 3. Análisis.** La información captada de las diferentes fuentes ya establecidas será analizada y procesada respectivamente, de acuerdo con las necesidades establecidas.
- 4. Interpretación de los resultados.** Se interpretará la información, se guiará respecto a las necesidades de investigación y se le dará un valor según su información.
- 5. Comunicación.** Este último paso hará pública y realizará la difusión de los resultados obtenidos gracias a la información que se analizó, ayudando a la formulación de propuestas guiadas al fortalecimiento de las decisiones a tomar, enfocadas a la solución del problema ya establecido.



**Figura 8.** Etapas de la vigilancia tecnológica. (*Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología, 2007*)

### 5.1.3 Vigilancia tecnológica desde la perspectiva estratégica.

Debido a la gran importancia de la tecnología en todo el ambiente competitivo y la velocidad que esta tiene en el cambio técnico, la vigilancia tecnológica se convierte en una herramienta muy útil para competir con éxito. La vigilancia se fija en todos los procesos estratégicos e indaga en qué parte de su desarrollo es mayor el análisis sobre la tecnología y los diferentes cambios. La primera etapa de un proceso estratégico es el análisis y el diagnóstico, donde es fundamental identificar todos los tipos de cambios que son importantes dentro de su entorno de desarrollo, además de las necesidades y los desafíos que saldrán de allí. Estas necesidades establecerán los parámetros y los factores críticos que serán tratados para competir y lo que se necesitará para enfrentarlos (Malaver & Vargas, 2007).

Así que la vigilancia tecnológica es una herramienta muy necesaria para intervenir directamente las necesidades de búsqueda de información tecnológica que surgirán en los procesos. Los resultados en los ejercicios de búsqueda por medio de esta darán paso a la toma de decisiones estratégicas, por tal razón, el análisis como siguiente paso será de gran importancia, en la medida en que permitirá enfocar la información hacia el desarrollo de ideas o aspectos competitivos sobre los cambios tecnológicos hallados. Para Malaver y Vargas (2007):

Existen dos fases en las cuales el componente estratégico es central en el ciclo de vigilancia: i.) en la de diagnóstico, esto es, cuando se identifica el problema, se selecciona el tema específico y las tecnologías claves a vigilar por su importancia para la competitividad de la empresa; y ii.) en la fase



de inteligencia, pues el objetivo de los análisis es identificar en la evolución y en las tendencias de las tecnologías claves sus implicaciones productivas y competitivas, en particular, sus efectos sobre los factores críticos para competir y las oportunidades (o amenazas) que de esos cambios se derivan. (p. 26)

#### **5.1.4 Metodología de desarrollo estudio de vigilancia tecnológica.**

Dentro del proceso de selección del problema a investigar en torno a la competitividad en el sector a intervenir, en este caso, el caficultor, se analizan cada una de sus características con el fin de identificar su mayor debilidad y elevar su competitividad y las tecnologías a vigilar. En la última fase de la vigilancia tecnológica aplicada se analizan los resultados obtenidos frente al problema hallado y las diferencias tecnológicas que se encuentren.

#### **5.1.5 Diagnóstico estratégico de la vigilancia tecnológica.**

Se establece un tema característico para investigar, para hacerlo se tiene en cuenta su presencia en la competitividad de los mercados nacionales o internacionales, en aras de defenderlos o posicionarlos frente a sus principales competidores. Esto se realiza mediante el siguiente procedimiento:

1. Identificación de los factores críticos para investigar. En este se encuentra el eslabón o el factor específico en el que se basará el estudio de investigación, teniendo en cuenta su problemática.
2. Identificación de las tecnologías a vigilar, donde se categorizarán las actividades enfocadas al estudio de vigilancia tecnológica, teniendo en cuenta su objetivo de búsqueda.
3. Definición de los objetivos de la vigilancia tecnológica, eso con el fin de facilitar la búsqueda de información, su procesamiento y la respuesta sobre el tema planteado.

#### **5.1.6 Búsqueda de la información.**

Ya establecido e identificado el tema que se va a vigilar, se lleva a cabo una búsqueda estratégica y una recolección de la información; para esto se realizan las siguientes actividades:

1. Identificación de las palabras clave relacionadas con el tema al cual se va a vigilar y estudiar, con el de realizar la búsqueda en diferentes bases de datos.
2. Validación por expertos en el tema a vigilar por medio de las palabras clave; esta validación garantiza que la información buscada por este medio los dirigirá hacia la información hallada en documentos, artículos, proyectos, etc.
3. Identificación y selección de las fuentes de información relevantes, que son estructuradas como las bases de datos y los artículos científicos.

4. Formulación de la ecuación de búsqueda. Después de seleccionar las palabras clave y seleccionar las fuentes de información que tienen su propia estructura se debe establecer la ecuación de búsqueda por medio del tema que nos interesa.

#### **5.1.7 Interpretación de los resultados.**

Los diferentes avances tecnológicos que se encuentran en las patentes, permiten identificar las tendencias tecnológicas que se desarrollan, las tecnologías maduras y las que están por llegar. Por eso es importante avanzar hacia la investigación por cuestiones estratégicas, dado que esto nos llevara a la información inicial, y el por qué la investigación del tema seleccionado, las tecnologías específicas e importantes, también respecto al análisis de la información y su relación con el tema esto arrojado por los resultados de la investigación. Todo esto con el fin de identificar las tendencias e impactos claves del desarrollo tecnológico que busca la competitividad de los diferentes sectores. Todo esto relacionado con lo que se busca por medio de la vigilancia como los son los problemas que se presentan, los temas y las tecnologías, así mismo se analizan las amenazas y las oportunidades que se presentaran por medio de los avances tecnológicos.

#### **5.1.8 Comunicación de los resultados.**

La comunicación y divulgación de resultados es un paso importante dentro del desarrollo de la vigilancia tecnológica; como lo manifestaron Malaver y Vargas (2007):

Una vez realizado el análisis y la interpretación de la información comienza la etapa de difusión de los resultados. Con esto se busca apoyar el proceso de toma de decisiones de los empresarios que pertenecen a los sectores estudiados, así como de actores públicos, para contribuir a solucionar los problemas competitivos identificados. (p. 38)

A continuación, se hará la selección de los medios de comunicación teniendo en cuenta el estudio de vigilancia realizado y el área de su ejecución, así como las necesidades del público hacia dónde va dirigido el estudio.

#### **5.1.9 Análisis bibliométrico o bibliometría.**

Esta aplica diferentes métodos matemáticos y estadísticos sobre la literatura científica producida por diferentes autores, con el objetivo de analizar y estudiar la actividad científica. Se usan diferentes instrumentos para la medición de la información, por medio de indicadores bibliométricos en pos de obtener resultados de la actividad científica analizada (Portal EcuRed, 2011).

Los indicadores bibliométricos pueden medirse en dos categorías; indicadores de actividad científica e indicadores de impacto. Los indicadores de actividad científica dan la facilidad de visualizar el estado real de la ciencia. Basado en el conteo de las publicaciones científicas y las diferentes patentes producidas. En este se analizan los siguientes indicadores:

- País, institución, año de publicación.
- Autores de mayor relevancia.
- Idiomas usados en las publicaciones de los resultados de las investigaciones.

Con los indicadores de impacto se valoran los resultados de la comunidad científica, trabajos o revistas publicados.

- Impacto de las fuentes usadas, visualizadas en bibliotecas, repositorios, bases de datos.
- Impacto de los trabajos sobre el uso de las citas recibidas.
- Impacto de las revistas usadas por una institución o país para su publicación.

#### **5.1.10 Metodología de co-ocurrencia.**

La metodología de co-ocurrencia presenta una relación de dos o más palabras dentro de un documento, así como los significados de las palabras y su relación en diferentes archivos en los que se presenta una comparativa; estos siempre van acompañados de algunos otros términos para su adecuada búsqueda, al ser este un requerimiento básico de la co-ocurrencia.

Las reglas de coocurrencia ayudan a detectar y agrupar los conceptos que se encuentran reducidamente relacionados entre ellos en los diferentes registros de información. El fin de esto es que cuando se encuentren términos en los registros de información que tengan una relación de enunciación, esa co-ocurrencia categorice la información. Estas reglas de categorización en la co-ocurrencia se prestan para crear nuevas categorías de información. En esta en particular se considera que la coocurrencia es muy frecuente si se encuentran dos palabras con una periodicidad muy alta en diferentes tipos de documentos, por ejemplo, si las búsquedas presentan las mismas palabras, estos conceptos podrían agruparse como una regla de co-ocurrencia (IBM Knowledge Center, 2011).

## **6. Diagnóstico estratégico**

### **6.1 Historia del café en Colombia**

Si bien no se cuenta con un conocimiento exacto acerca de cómo llegó el café a Colombia, y existen diferentes versiones al respecto, una de las más predominantes es que fue gracias a que los jesuitas trajeron semillas de café a la antigua Nueva Granada a mediados de 1730.

Según la literatura revisada, las semillas de café ingresaron por el oriente del país, portadas por algún viajero desde las Guayanas pasando por Venezuela. El testimonio escrito con mayor antigüedad en el que se narra la presencia del cafeto en el territorio colombiano se le atribuye al sacerdote jesuita José Gumilla, quien en su libro ilustrado El Orinoco manifestó la presencia que él tuvo en una misión de Santa Teresa de Tabaje, cerca de la desembocadura del río Meta en el Orinoco.

Los primeros cultivos de café se encontraban en la zona oriente del país; la primera producción comercial fue en el año 1835; los registros de la época reportan que los primeros 2560 sacos fueron exportados desde la aduana de Cúcuta sobre la frontera con Venezuela. Cabe anotar que el desarrollo temprano de la producción de este producto se consolidó como un producto de exportación para Colombia sobre la segunda mitad del siglo XIX. Dada la expansión comercial y económica mundial que tuvo lugar en dicho momento se abrieron grandes oportunidades en los mercados internacionales para los hacendados colombianos. Estados Unidos se posicionó como el mayor y más importante consumidor de café en el mundo, mientras que Alemania y Francia se convertían en los mercados más atractivos del continente europeo (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

Dentro del territorio colombiano existen aproximadamente más de 563 000 familias productoras de café, las cuales se ubican desde la región que limita con Ecuador hasta el extremo del mar caribe en el norte del país, en un territorio de casi 3000 kilómetros de valles y montañas donde viven los productores de las regiones cafeteras y con plantaciones en 16 departamentos, en los que operan diferentes comités departamentales de cafeteros (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2010).

### **6.2 Estadísticas comerciales**

La producción de café en Colombia aumentó el 5.4% en el tiempo transcurrido entre enero y julio de 2019, aproximándose a los 8 millones de sacos de 60 kilos, comparados con los 7.6

millones de sacos de los 7 primeros meses del año 2018. Trascurrido el mes de julio la cosecha cafetera subió 25.3% al pasar de 1.05 millones a 1.3 millones de sacos, esto representa el mayor aumento de la producción desde diciembre del 2017, cuando este cerró con 1.5 millones de sacos. (Valora Analitik, 2019)



Figura 9. Producción y exportación de café Vs. tasa de cambio. (Valora Analitik, 2019)

Numero de toneladas métricas de sacos de café exportado dentro de los años 2000 y 2018 versus miles de dólares FOB respectivamente, según datos del DANE.

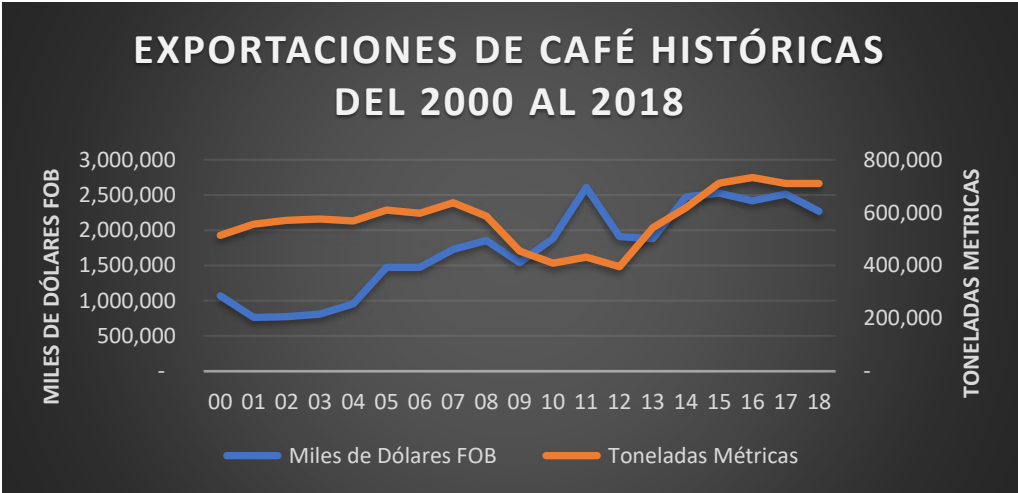


Figura 10. Exportaciones de café, histórico del 2000 al 2018. (DANE, 2019)

Miles de hectáreas de café cultivadas por lo diferentes departamentos productivos entre el 2002 y el 2018 respectivamente según datos del DANE.



Figura 9. Hectáreas cultivadas de café por departamento del 2002 al 2018. (DANE, 2019)

### 6.3 Proceso productivo del café

El proceso productivo del café se deriva en las diferentes etapas o tareas que se realizarán a medida que el desarrollo del cultivo va avanzando y se van alcanzando cada una de sus necesidades productivas, para ir las interviniendo respectivamente. En la siguiente figura se visualiza el desarrollo productivo del café, desde su inicio como la previa selección de la semilla, hasta el tostado del café cosechado.



Figura 12. Proceso productivo del café. Elaboración propia y (Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de café, 2015)

## 6.4 Renovación de cultivos

En el territorio colombiano se produce café en diferentes regiones, no solo sobre el tradicional eje cafetero sino también en departamentos como el Cauca, Huila y el sur del país; los cultivos de café se encuentran en un crecimiento constante, hasta el punto de que se ha establecido una producción continua durante todo el año, con una gran variedad de tipos y perfiles de café. Gracias a esto se han podido dominar diferentes mercados internacionales (Buen Café, 2018).

Actualmente las prácticas técnicas de los cultivadores de café incorporan producciones limpias y una buena administración de los cultivos. El programa de renovación de cultivos de la Federación Nacional de Cafeteros ha sido una gran pieza clave en esta estrategia, dado que más del 40% del parque cafetero en los últimos cinco años ha sido renovado, lo que equivale a 363 000 hectáreas. El objetivo de esta estrategia va más allá de solamente cambiar o renovar los árboles de café, sino también buscar mejoras en la forma de pensar del caficultor. En cuanto a la renovación de cultivos el gremio Buen Café (2018) manifestó:

[Que] con este nuevo enfoque de desarrollo sostenible, la FNC apoyado de todas las entidades que involucra, entre ellas Buencafé, espera consolidar la caficultura como una locomotora que jalone el crecimiento de todo el agro colombiano, erradicar la pobreza dentro de la población cafetera, formalizar el empleo de los empresarios cafeteros y mejorar la competitividad de la caficultura colombiana. (párr. 3)

Durante el periodo 2009-2014 Colombia renovó aproximadamente 3051 millones de árboles de café según la Federación Nacional de Cafeteros; los árboles renovados en un total el 74%, que eran unos 2262 árboles, pertenecían a variedades resistentes a la roya, una de las enfermedades que afecta en mayor medida a los cultivos de cafetos. La federación señaló que se relacionan más de 560 000 familias cultivadoras de café y con esto se busca una transformación productiva que beneficie a los pequeños, medianos y grandes caficultores (Revista Dinero, 2014).

El gobierno les planteó durante el congreso anual número 86 del 2018 a los productores de café aumentar la renovación de los cultivos a 100 000 hectáreas por año para el 2019, en la búsqueda de aumentar la productividad y lograr la cosecha de 17 millones de sacos para el año 2024, equivalente a un aumento del 20%. La financiación de esta renovación se haría con recursos provenientes de créditos subsidiados a los caficultores, en la que se calculan inversiones entre los 25 y 30 millones de dólares por año (Periódico El Tiempo, 2018).

## 7. Búsqueda y captación de la información

### 7.1 Bases de datos Scopus

En las bases de datos se encuentra información que garantiza una exploración más organizada, con una indagación más sustentada y protegida como investigación científica, se hallan diferentes fuentes como artículos, libros electrónicos, revistas, páginas temáticas, entre otros. Su análisis y la separación de la información se realizaron según los requerimientos propios.

En las herramientas de búsqueda en las bases de datos se encuentra a Scopus, en la cual se guio la exploración para el hallazgo de las palabras clave y obtener el resultado de la ecuación de búsqueda. Dicha herramienta brinda una amplia información en la producción de investigaciones en el mundo, sobre todos los temas y disciplinas por medio de las citas de artículos de revistas científicas. Al respecto, Elsevier (2019) señaló:

Scopus indexa el contenido de 24 600 títulos activos y 5000 editores que es rigurosamente examinado y seleccionado por un comité de revisión independiente, y utiliza una rica arquitectura de metadatos subyacentes para conectar personas, ideas publicadas e instituciones. Utilizando herramientas y análisis sofisticados, Scopus genera resultados precisos de citas, perfiles detallados de investigadores e ideas que impulsan mejores decisiones, acciones y resultados. (p. 1)

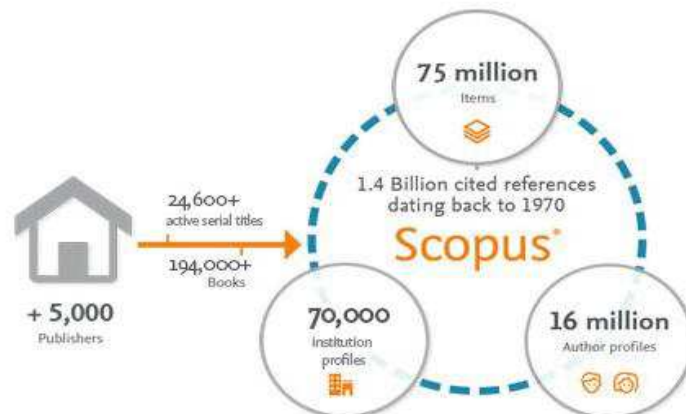


Figura 10. Contenido de Scopus. (ELSEVIER, 2019)

### 7.2 Ecuaciones de búsqueda y palabras clave

Se establecen por medio de la búsqueda de términos técnicos y utilizados usualmente dentro de la caficultura a nivel mundial, en el que estos brindan información cada vez más acertada y correctamente aplicable dentro de esta área de investigación. Asimismo, por medio del Manual



del cafetero colombiano (investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura) se orientó la indagación hacia la ecuación de búsqueda, instaurando unos parámetros iniciales en el que se utilizó cada palabra en Scopus en una exploración avanzada, donde se analizaron detenidamente los artículos científicos, revistas, libros y demás arrojados en cada una de estas palabras seleccionadas anteriormente, dichas palabras son las siguientes:

- Café (Coffee).
- Producción (Production).
- Investigación (Investigation).
- Cultivo (Crop).
- Plantación (Plantation).
- Arvenses (Weeds).
- Enfermedades (Diseases).
- Plagas (Pests).
- Cosecha (Harvest).
- Irrigación (Irrigation).
- Germinación (Germination).
- Fertilización (Fertilization).
- Tecnología (Technology).
- Hypothenemus (plaga de la cereza del café conocida como broca).

Se usaron estas palabras como las más efectivas al momento de encontrar información relacionada con el objetivo de la investigación. Para la búsqueda en Scopus estas fueron escritas en inglés en medio de una formulación previa de análisis en la que se relacionara directamente con el café, así: **TITLE-ABS-KEY ( coffee ) AND ( crop )**, la palabra café se instauró como título o clave principal de exploración y se agregó a la búsqueda cada palabra clave. Gracias a este tipo de indagación se seleccionaron las adecuadas y se anularon las que no dieran información sustancial sobre el objetivo.

**Figura 114.** Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY ( coffee ) AND ( crop ). (Scopus, 2019)

En segunda instancia se usó la combinación de las palabras clave agregando OR como separador entre cada una de ellas, con el fin de que la búsqueda que se realizara tuviera en su contenido las palabras clave y su relación con el objetivo directamente, TITLE-ABS-KEY (coffee) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization).

**Figura 125.** Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (coffee) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ). (Scopus, 2019)

Dado que la búsqueda abarcó diferentes tipos de estudios y aplicaciones, esta dio un enfoque referenciado a temas ajenos a los objetivos principales, que tienen una gran extensión de resultados, entre estos los hacen referencia al humano (human) femenino (female) y masculino (male) estos se anularon de la siguiente manera: TITLE-ABS-KEY ( coffee ) AND (production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ) AND NOT ( female OR human OR male)

**Figura 16.** Ecuación de búsqueda TITLE-ABS-KEY (coffee) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ) AND NOT ( female OR human OR male ). (Scopus, 2019)

Se limitó la cantidad de datos obtenidos en esta ecuación de búsqueda por medio de una proyección de análisis más exacta, en la que se restringió la cantidad de años en los que se buscarían estudios y se restringieron las áreas que no se iban a investigar. Asimismo, se limitaron las áreas de interés, con el objeto de dar un grado de utilidad mayor al momento de hacer la búsqueda.



A screenshot of a search filter interface for 'Subject area'. The title 'Subject area' is in blue with an upward arrow icon. Below it, there are four rows, each with a checkbox, a text label, a count in parentheses, and a right-pointing arrow. The rows are: 'Agricultural and Biological Sciences' (1,166), 'Environmental Science' (313), 'Engineering' (142), and 'Chemical Engineering' (80).

Subject area	Count
<input type="checkbox"/> Agricultural and Biological Sciences	(1,166) >
<input type="checkbox"/> Environmental Science	(313) >
<input type="checkbox"/> Engineering	(142) >
<input type="checkbox"/> Chemical Engineering	(80) >

**Figura 17.** Áreas de interés. (Scopus, 2019)



A screenshot of a search filter interface for 'Year'. The title 'Year' is in blue with an upward arrow icon. Below it, there are five rows, each with a checkbox, a text label, a count in parentheses, and a right-pointing arrow. The rows are: '2019' (226), '2018' (355), '2017' (315), '2016' (273), and '2015' (263).

Year	Count
<input type="checkbox"/> 2019	(226) >
<input type="checkbox"/> 2018	(355) >
<input type="checkbox"/> 2017	(315) >
<input type="checkbox"/> 2016	(273) >
<input type="checkbox"/> 2015	(263) >

**Figura 18.** Años de interés. (Scopus, 2019)

Dicha ecuación de búsqueda es TITLE-ABS-KEY ( coffee ) AND ( production OR investigation OR crop OR plantation OR weeds OR diseases OR pests OR harvest OR irrigation OR germination OR fertilization ) AND NOT ( female OR human OR male ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "AGRI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENVI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "CENG" ) OR

EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ENER" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MATE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "SOCI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "EART" )) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 )) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "COMP" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BUSI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ECON" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MATH" )) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DECI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NEUR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHAR" )) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHYS" ))

La anterior es la ecuación de búsqueda final por medio de la cual se realizó un análisis en la captación de la información y posteriormente un análisis de coocurrencia. Toda esta información capturada se plasmó mediante dicha ecuación. Se dejó a detalle el tipo de áreas excluidas dentro de la ecuación de búsqueda, así como las áreas de interés y los años seleccionados para el margen de tiempo en la que se haría.

Tabla 3.

*Palabras que conforman la ecuación y años que conforman el margen de búsqueda*

Selección de los años para investigación	Áreas de investigación a excluir	Áreas de investigación seleccionadas
2015	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	Agricultural and Biological Sciences
2016	Nursing	Environmental Science
2017	Social Sciences	Engineering
2018	Chemistry	Chemical Engineering
2019	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	
	Medicine	
	Mathematics	
	Immunology and Microbiology	
	Economics, Econometrics and Finance	
	Business, Management and Accounting	
	Veterinary	
	Computer Science	
	Neuroscience	

Decision Sciences
Arts and Humanities
Physics and Astronomy

Nota. Elaboración propia

### 7.3 Base de patentes

La patentometría relacionada con este sector productivo presenta una mayor fuerza y un mayor número de patentes que en otras áreas de aplicación con resultados e investigaciones directamente vinculadas al café, tales como mutación o ingeniería genética, componentes, etc., esto relacionado con su alta demanda en la variedad de distintas preparaciones con el fin de buscar mayor calidad. Tal situación se evidencia en la siguiente figura, en la que se puede observar esta información obtenida de Patent Inspiration; allí el factor principal de búsqueda es CPC (Clasificación Cooperativa de Patentes) con el código IPC (Clasificación Internacional de Patentes).

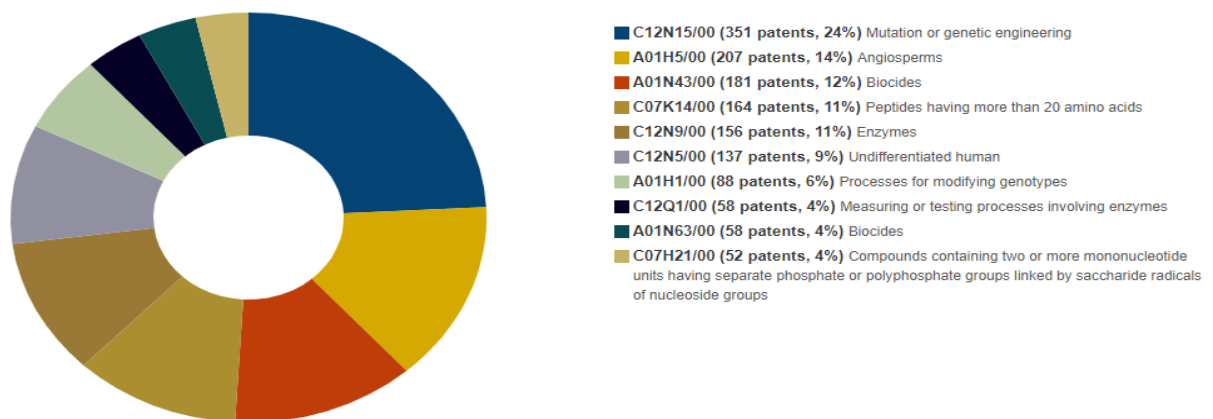


Figura 19. Principales patentes producción de café. (Patent Inspiration, 2019)

Por otro lado, se encontraron, aunque en un número mucho menor, patentes relacionadas directamente con el control, el tratamiento o la eliminación de plagas y enfermedades, así como la fertilización modificada de los cultivos. Se hallaron tres patentes enfocadas en el control de la broca, una de las principales plagas presentes en todos los cultivos de café que produce pérdidas considerables, puesto que afecta de manera directa el fruto de los cafetos, que en este caso es la cereza, daña sus características de valor haciendo que su calidad y su uso sean indeseables y no tenga ningún provecho de manera comercial.

Estas se dividen en dos formas de desarrollo, una de manera biológica y dos de manera orgánica. Dichas patentes mencionan la manera en la que se puede controlar esta plaga conocida

como *Hypothenemus hampei* ferr. Al respecto, Díaz, Pérez y Pinson (2015) propusieron un biocontrol de la broca del café por medio de una cepa nativa del hongo *beauveria bassiana*. Por su lado, Moreno, Gómez, Cepeda y Arias (2001) aseguraron que la creación de un producto orgánico para la eliminación de la broca del café categorizado como un producto natural. En esa misma línea, Benavides y Góngora (2014) postularon un pesticida natural con componentes botánicos que tienen un efecto repelente sobre la broca, así como una cepa del hongo *Beauveria bassiana*.

Tabla 4.

*Patentes sobre control de plagas*

Nombre de la patente	Fecha de publicación	País	Categoría del invento	Enfoque
Método de control biológico de la broca del café	25/06/2015	México	Desarrollo biológico	Control de plagas
Procedimiento para la preparación de un producto para eliminar la broca del café con componentes animales y vegetales	27/06/2001	Colombia	Desarrollo orgánico	Control de plagas
Combinaciones plaguicidas biológicos	24/07/2014	Colombia	Desarrollo orgánico	Control de plagas

*Nota.* Elaboración propia

Otro de los problemas que se presentan dentro del cultivo de café es la conocida enfermedad de la roya que afecta directamente la hoja de la planta, la oxida y produce su caída. Una forma de controlar, manejar, prevenir y/o erradicar la enfermedad es según Castillo, Badillo y Ortiz (2018) la combinación de agentes químicos; estos autores crearon un método por medio de la dilución de un agente jabonoso con componentes a base de citrato de sodio, etanol, polímeros entre otros, basados en que esta composición elimina el desarrollo de la roya y esto disminuye de manera significativa su propagación.

Tabla 5.

*Patente sobre el control de enfermedades*

Nombre de la patente	Fecha de publicación	País	Categoría del invento	Enfoque
Método para el control de la roya del café	12/04/2018	México	Desarrollo químico	Control de enfermedades

*Nota.* Elaboración propia

Por último, se encuentra una invención con enfoque dirigido a la fertilización del cultivo que según Salgado, Contreras, Torres, Gutiérrez y Hernández (2017) acelera las diferentes etapas de desarrollo del cultivo de café, en virtud de tres cepas aisladas conocidas como *Azospirillum* spp, que traen consigo una alta producción de este producto en un menor tiempo.

Tabla 6.

*Patente fertilización del cultivo.*

Nombre de la patente	Fecha de publicación	País	Categoría del invento	Enfoque
Inoculante bacteriano para acelerar el desarrollo fenológico en plantas de café	4/05/2017	México	Desarrollo químico	Fertilización

*Nota.* Elaboración propia

## 8. Análisis de la información

### 8.1 Estadísticas generales

El análisis de datos y las estadísticas obtenidas por medio de la ecuación de búsqueda ya realizada anteriormente permitió reunir información específica sobre la cantidad de datos obtenidos por año, número de documento por autor, documentos por origen de territorio, tipo de documentos y documentos por área temática.

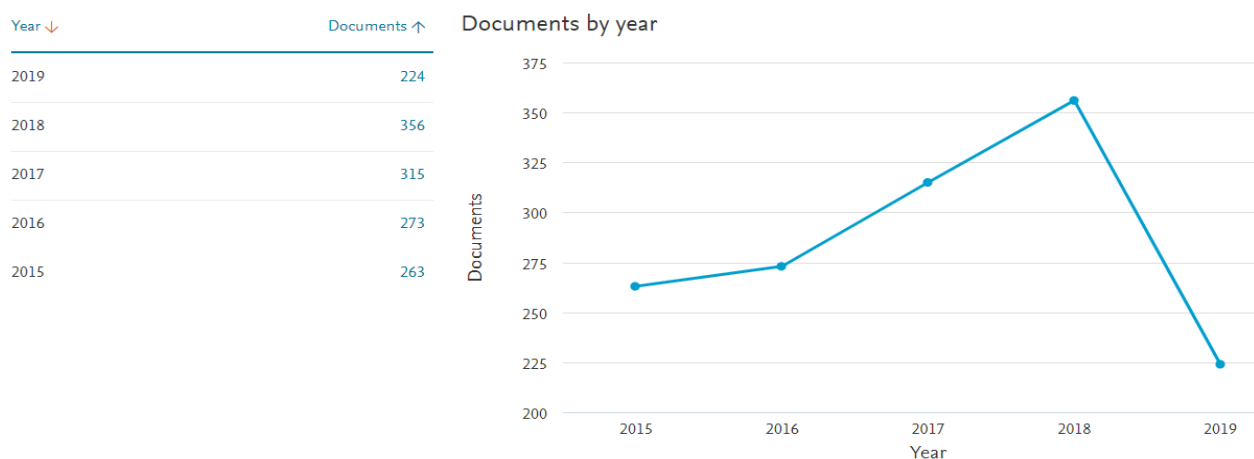


Figura 20. Documentos publicados por año. (Scopus, 2019)

Numero de documentos en la base de datos de scopus por autor, comparación entre los 15 autores mayor número de escritos.

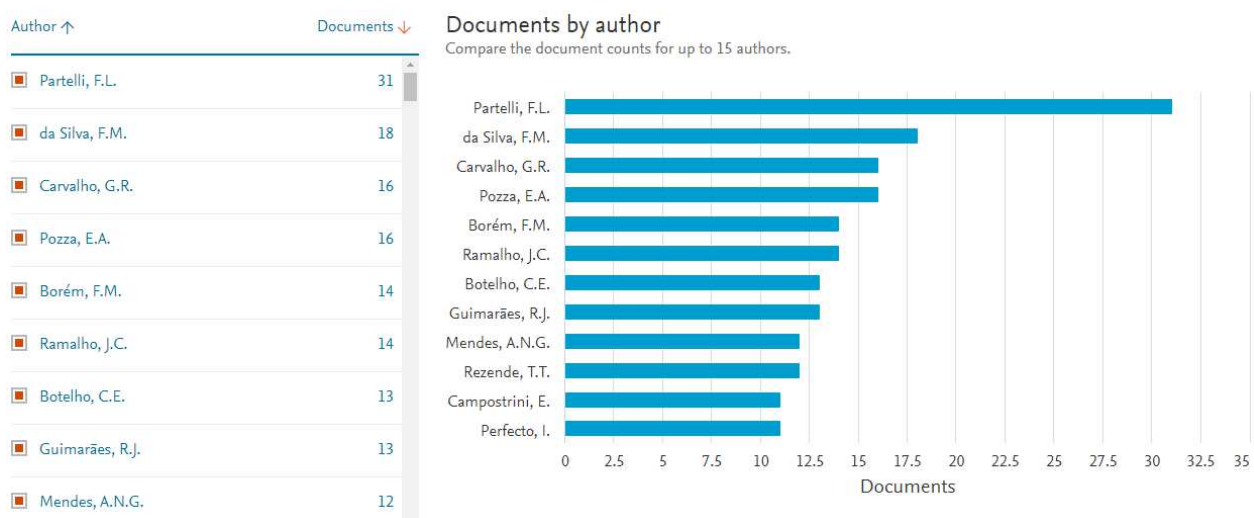


Figura 131. Número de documentos por autor. (Scopus, 2019)



Numero de documentos en la base de datos de scopus por territorio de publicación y desarrollo, comparación entre los 15 países con mayor nuero de artículos científicos publicados.

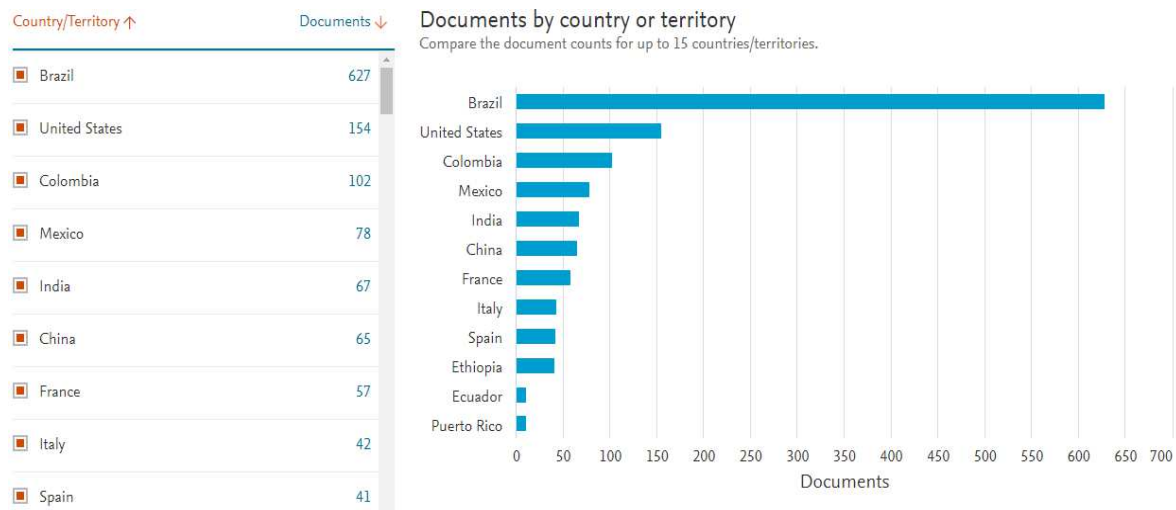


Figura 22. Número de publicaciones de documentos por países. (Scopus, 2019)

Numero de documentos publicados en la base de datos de scopus por las 4 áreas de investigación seleccionadas previamente.

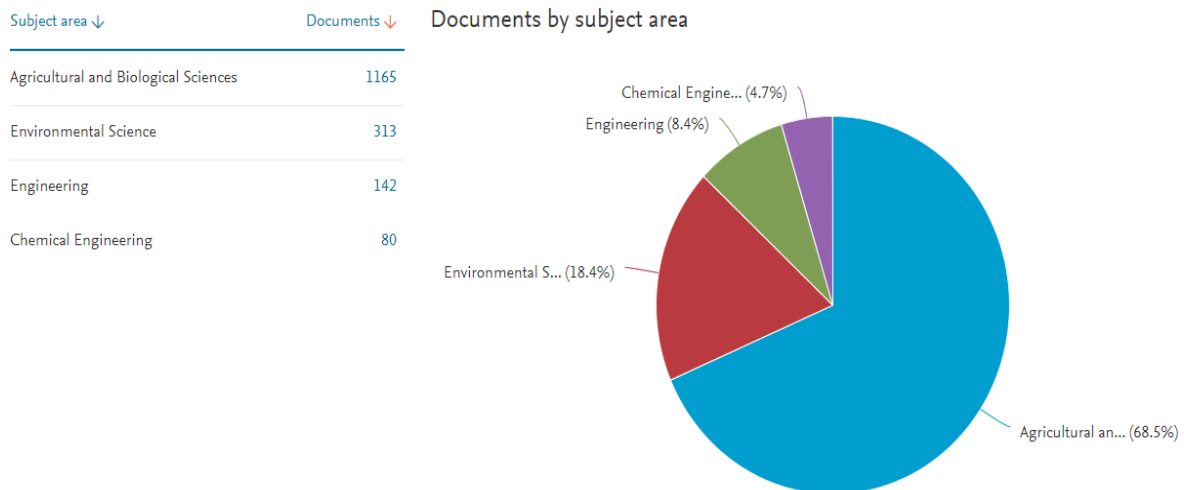
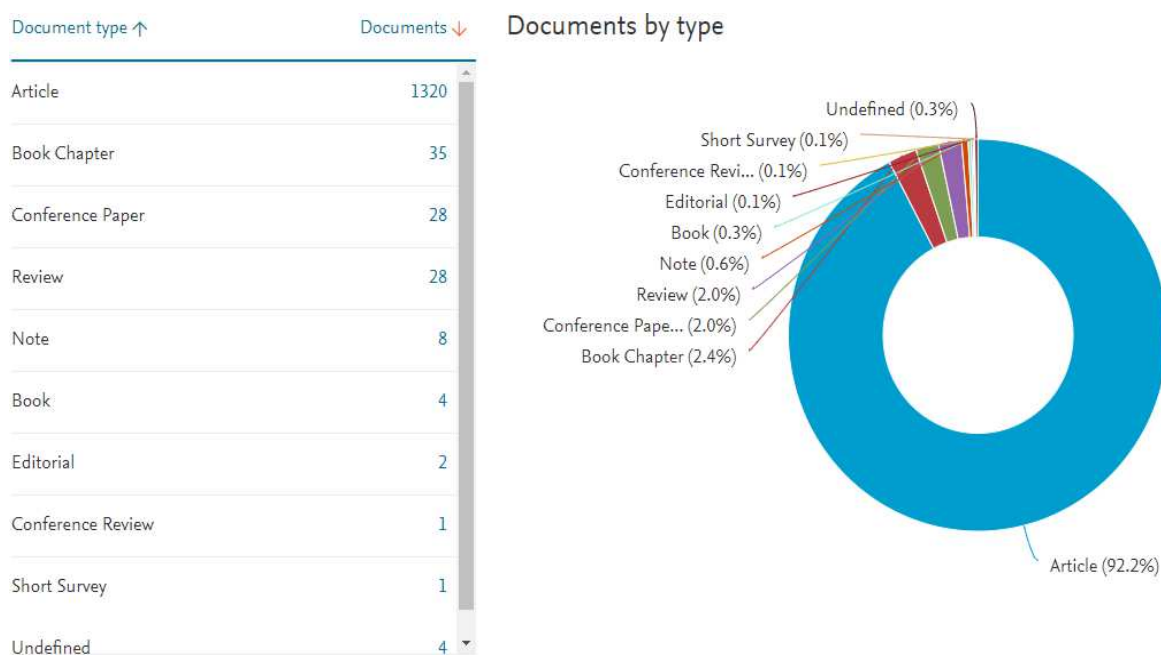


Figura 23. Número de documentos por área seleccionada para investigación. (Scopus, 2019)

Numero de los diferentes tipos de documentos, en los que son publicados los estados de investigación, artículos, libros, notas, entre otros.



**Figura 24.** Número del tipo documentos presentados. (Scopus, 2019)

## 8.2 Bibliometría a través de análisis de co-ocurrencia

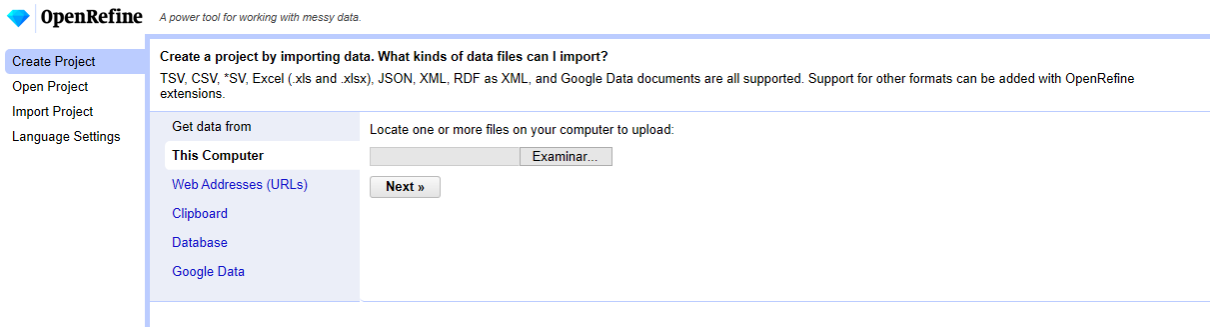
El análisis de la información obtenida por medio del análisis de co-ocurrencia permite entender cómo por medio de mapas bibliométricos los temas o disciplinas en los diferentes campos se encuentran conectados conceptualmente por medio del software VOSviewer versión 1.6.11. Este dispone de diferentes opciones para el acoplamiento de términos, una es la vinculación por autor y otra por medio de co-ocurrencia entre términos. Con esta última se crearon los mapas para su posterior análisis.

Con la ecuación de búsqueda anteriormente desarrollada con el fin de filtrar la información con mayor nivel de interés se inició la fase 1, en la que se obtuvieron 1431 documentos. En la Figura 25 se muestra el mapa obtenido antes de realizar el refinamiento, allí se denota un gran número de términos y cinco clústeres identificados cada uno por un color característico. El clúster de color rojo trata los conceptos referentes al control biológico, la agricultura alternativa, la agroforestación, la biodiversidad, la conservación, entre otros. Aunque algunos conceptos se encuentran entrelazados entre los clústeres, su relación es muy baja.

Por otro lado, el clúster de color verde maneja términos relacionados con la variedad de café, cultivo de café, plantas de café, control de enfermedades, de estos términos se desprenden otros conceptos de gran valor, como la aplicación de tecnología y la nutrición mineral. El siguiente clúster de color azul trata conceptos relacionados con residuos agroindustriales, antioxidantes, café molido, cafeína, que tienen relación directa con los residuos o las







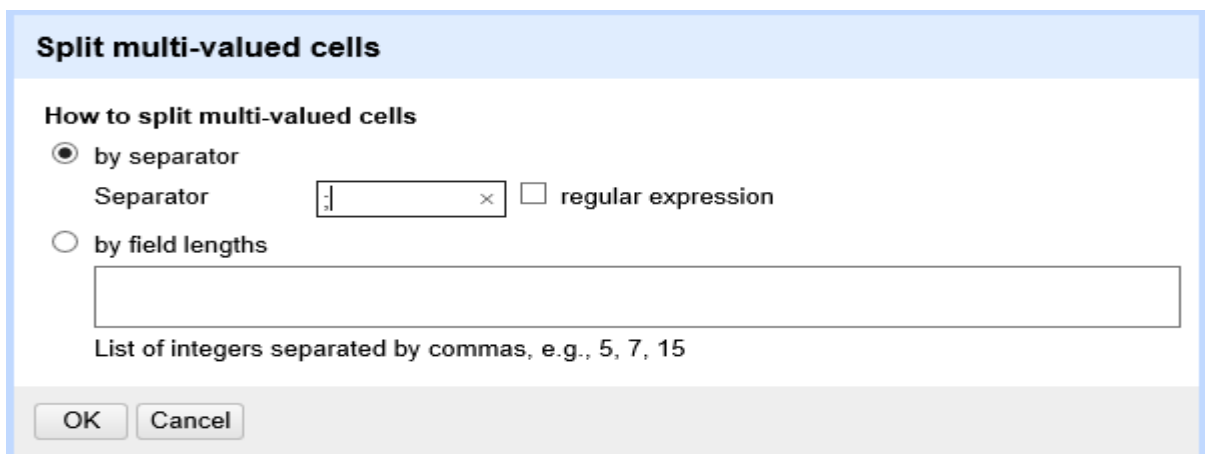
**Figura 27.** Carga del CSV a Open Refine

Una vez cargado el archivo CSV se dirigió a las columnas que hacen referencia a Author Keywords y Index Keywords, en estas se hizo la agrupación de conceptos que se repetían dentro de cada artículo dada su estructura o escritura.

1431 rows		
Show as: rows records    Show: 5 10 25 50 rows		
	Author Keyword	Index Keywords
40&md5=c49b5a29f7752489dc2f8229565375b2	Biorefinery; CO <sub>2</sub> expanded ethanol; Pressurized ethanol; Spent coffee grounds; Supercritical carbon dioxide	Ascorbic acid; Batch data processing; Caffeine; Carbon dioxide; Coffee; Ethanol; Linoleic acid; Palmitic acid; Plants (botany); Supercritical fluid extraction; Anti-oxidant activities; Biorefineries; Dihydroxybenzoic acids; Ethanol extraction; Fatty acid profiles; Spent coffee grounds; Supercritical carbon dioxides; Total phenolic content; Organic solvents

**Figura 28.** Selección de Author Keyword e Index Keywords

Posteriormente, se realizó la separación de las palabras o términos por medio de (;), como una restricción que se ingresa dentro del software de OpenRefine, esta se ejecuta en Split multi-valued cells.



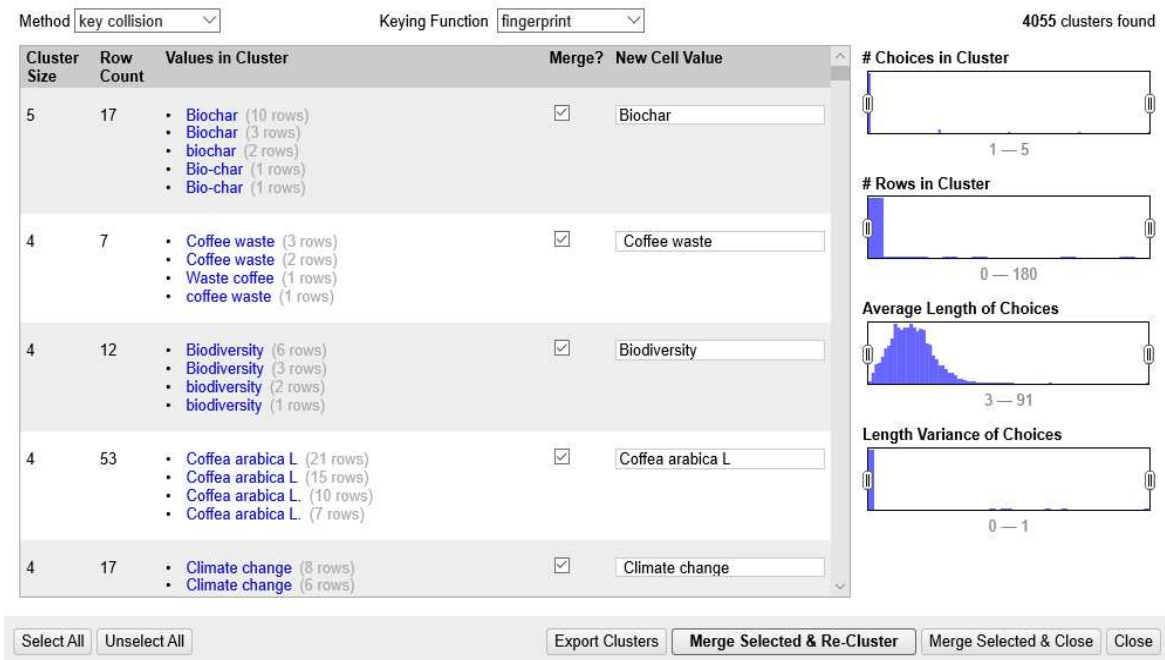
**Figura 29.** Separación de palabras por restricción de punto y coma

Una vez impuesta la restricción de separación de términos por punto y coma se realizó la edición del grupo de palabras que se encontraron en cada uno de los artículos cargados, esta apareció como (Cluster and edit...).



**Figura 30.** Edición de columnas y palabras.

Luego se analizaron las palabras que componen cada artículo y se unificaron en un solo término, con el fin de que su análisis fuera más fácil y se diera la opción de Merge Selected & Re-Cluster.



**Figura 31.** Unificación de los diferentes términos en uno solo

Una vez unificados los términos en las dos columnas de Author Keywords e Index Keywords se procedió a guardar el archivo en formato CSV con el fin de posteriormente analizarlo.

## 9. Análisis de artículos más citados

La clasificación de los artículos más citados en los resultados obtenidos con la ecuación de búsqueda en la base de datos de Scopus se estableció en consonancia con las temáticas importantes para el desarrollo de la caficultura en Colombia, específicamente en el municipio de Ciénega-Cundinamarca. En dichos artículos se encontraron técnicas, propuestas y estudios experimentales que no tienen aplicación actualmente dentro del territorio, pese a ser una herramienta útil para valorizar el proceso de cuidado del cultivo de café y para la toma de decisiones en futuros problemas que se pueden llegar a presentar debido a los constantes cambios, entre estos los relacionados con el cambio climático.

Se evidenciaron dos artículos con estudios experimentales y pruebas en campo realizados por Kimball (2016) y Rodrigues et al. (2016), quienes hicieron referencia a las repuestas del cultivo con CO<sub>2</sub> elevado y las interacciones con el H<sub>2</sub>O, N y la temperatura, y el CO<sub>2</sub> elevado en el aire que fortalece el funcionamiento fotosintético y mitiga el impacto de las temperaturas supraóptimas en las especies tropicales de café arábico y el canephora, respectivamente.

Asimismo, estos artículos manejan información relacionada con la fertilización modificada de los cultivos de café, como su cuidado gracias al fortalecimiento de la fotosíntesis, el cuidado del árbol de cafeto por altas temperaturas y la obtención de producción de mayor calidad, por medio de la aplicación controlada de CO<sub>2</sub>. Los experimentos realizados en las plantas de café se efectuaron en ambientes controlados, tales como invernaderos y pequeños cultivos. Los resultados obtenidos de manera inmediata demostraron un aspecto positivo en la implementación de estas técnicas, que favorecieron de manera notable los cultivos expuestos a este tipo de experimentos. Según lo afirmó Kimball (2016), “el aire libre de CO<sub>2</sub> técnica de enriquecimiento sigue siendo la mejor plataforma para poner a prueba las plantas en las condiciones campo abiertas que los futuros agricultores enfrentarán” (p. 32).

Por otra parte, el uso continuo y con gran demanda de combustibles fósiles reafirma el estado de aumento en la temperatura que afectará de manera directa la fotosíntesis y la respiración de las plantas, y que, en última instancia, dará como resultado una alteración en el crecimiento de las plantas y en el rendimiento y la calidad de las cosechas. Estos son pues mecanismos de respuesta de protección ante el estrés por calor en interacción con el alto [CO<sub>2</sub>] las condiciones en las *Coffea* spp. Para Martins (2016), “los estudios de modelización han pronosticado que la cosecha de café será puesta en peligro por el calentamiento global futuro, pero los informes



recientes de manifiesto que el alta [CO<sub>2</sub>] pueden mitigar los impactos de calor en el café” (p. 8).

Por otro lado, se encontraron artículos con propuestas relacionadas con la agroecología, con pruebas en campo, estudio de datos estadísticos y otras fuentes de información que se centran en el cuidado del medio ambiente como un pilar de progreso dentro de la caficultura, estos son desarrollados en Brasil, Nicaragua y otros países con intereses ambientales. Lo anterior lo aseveraron Tscharntke et al. (2015) al mencionar que la conservación de la biodiversidad se da a través de la certificación de cultivos agroforestales tropicales a escala local y paisajística.

Por otro lado, Milde et al. (2015), propusieron una agenda con el fin de evaluar y mejorar los impactos en la conservación de los estándares de sostenibilidad en la agricultura tropical. En esta dirección se encuentran Blanco y Aguilar (2015), quienes describieron cómo actúa la erosión del suelo y los umbrales de erosión en un sistema agroforestal de café (*Coffea arábica*) y árboles de sombra mixta (*Inga* spp y *Musa* spp) en el norte de Nicaragua.

Con esto se busca de manera inmediata el control sobre la agricultura intensiva, que se expande de manera perjudicial para la biodiversidad natural, sobre todo en cultivos tropicales como el café, cuya siembra se realiza de manera intensa con el fin de obtener mayores producciones y mayor número de resultados respecto a la cantidad de sacos de café. La manera en la que se intenta controlar este problema es por medio de subsidios, que buscan incentivar la mejor producción sin afectar el ecosistema natural que rodea los cultivos. La agricultura tropical en territorios dominados por pequeñas agriculturas o áreas de cultivo, en los que estas propiedades van desde menos de una hectárea hasta alrededor de 100. En estos territorios los gobiernos a suelen contar con recursos limitados para proveer incentivos y la operación, administración y costos de ejecución de estos proyectos patrocinados por el gobierno son ineficientes (Tscharntke et al., 2015).

Otros de los inconvenientes presentados por la deforestación es la erosión de los suelos debido al agua, que de hecho es uno de los principales problemas ambientales en las regiones montañosas tropicales. En los sistemas agroforestales se evidencia que para controlar problemas de erosión es necesaria la cubierta forestal y la capa de hojarasca sobre los suelos. Para esto se analizaron los árboles de sombra mixtos amigables con el cultivo de café que brinden una cubierta forestal y contrarresten los efectos de la erosión.

Por último, se encontró un artículo que contiene una propuesta dirigida al control de plagas y cuenta con un estudio experimental en pruebas de campo; este tiene una relación directa con

la agroforestación y explica cómo el cambio de los ambientes naturales en los cultivos ayuda a proliferar enfermedades, plagas y malas hierbas, así como mantener un sistema agroforestal brindará una mejora en la fertilidad de los suelos.

Otro artículo fue el escrito por Pumariño et al. (2015), que hace referencia a los efectos de la agrosilvicultura en el control de plagas, enfermedades y malezas por medio de un metaanálisis. En las plagas comunes presentes en los cultivos de café se encuentran la broca, los minadores de hojas, las hormigas, las cochinillas, los pulgones, la araña roja, y por último, las malas hierbas. Un claro ejemplo de que son importantes los sistemas agroforestales es cómo la sombra en los cultivos de café beneficia a los enemigos naturales de la broca, siendo las aves, los parásitos de las avispas conocidos como *stephanoideri* *Cephalonomia* *Betrem* y el hongo *Beauveria bassiana* de la misma manera la sombra proporcionada.

Tabla 7.

*Análisis de desarrollo artículos*

Objetivo del artículo	Tema principal	Tipo de estudio	Método de estudio
Repuestas del cultivo con CO <sub>2</sub> elevado y las interacciones con el H <sub>2</sub> O, N y la temperatura.	Abonos y fertilización	Estudio experimental	Pruebas de campo
El aire elevado a largo plazo [CO <sub>2</sub> ] fortalece el funcionamiento fotosintético y mitiga el impacto de las temperaturas supraóptimas en las especies tropicales de <i>Coffea arábica</i> y <i>C. canephora</i> .	Calidad del cultivo / cuidado del cultivo	Estudio experimental	Pruebas de campo
Mecanismos de respuesta protectora al estrés por calor en interacción con condiciones altas de [CO <sub>2</sub> ] en <i>coffea</i> spp.	Calidad del cultivo/cuidado del cultivo	Estudio experimental	Pruebas de campo
Conservando la biodiversidad a través de la certificación de cultivos agroforestales tropicales a escala local y paisajística.	Agroecología	Propuesta	Investigación / citación de varios artículos y otras fuentes
Una agenda para evaluar y mejorar los impactos en la conservación de los estándares de sostenibilidad en la agricultura tropical.	Agroecología	Propuesta	Estadístico / otras fuentes
Efectos de la agrosilvicultura en el control de plagas, enfermedades y malezas: un metaanálisis.	Plagas	Estudio experimental	Pruebas de campo

*Nota.* Elaboración propia

## 10. Interpretación de resultados

Con el desarrollo de este proyecto se pretendió clasificar la información recolectada en las diferentes fuentes de información, relacionarlas y evidenciar el resultado de su análisis, conociendo el estado de limitación presente en las bases de datos. Una parte de la información recolectada en las bases de datos, en los análisis de artículos y en los análisis de patentes se encuentra dirigida hacia el control de plagas y enfermedades comunes en los cultivos de café de variedad arábica, así como a su fertilización por medio de diferentes métodos y la renovación e intensificación de los cultivos.

Tal y como lo mencionó Botero en su artículo *Café: año tras año se repite la misma película* (2019), el sector cafetero en Colombia debe implementar un cambio de manera primordial en la caficultura con la finalidad de hacer frente a la caída de los precios del café, debido a que se produce la variedad arábica que tiene unos costos de producción mucho más altos que la variedad robusta, producida a menor costo y en mayor cantidad por países como Brasil, Vietnam e Indonesia. Esta mayor producción ha traído como consecuencia la baja en los precios del café, pues su oferta es de 171 millones de sacos a diferencia de los 163 millones de consumo.

Asimismo, la producción del café colombiano medida en hectáreas es baja en comparación con sus directos competidores (Espinal, Martínez Covalada, & Acevedo Gaitán, *La cadena del café en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991 - 2005*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005); esta problemática se relaciona con su desarrollo en sí mismo, en tanto se evidencia que gran parte de los procesos productivos realizados se ejecutan de manera tradicional, los cuales son poco eficientes y generan una alta demanda de mano de obra. El riguroso proceso manual en la selección del grano se da con el fin de cumplir con los estándares de calidad establecidos para su posterior comercialización en los mercados internacionales (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019).

Por otra parte, se evidenció el desarrollo limitado de patentes dirigidas al aumento y la disminución de los costos de producción, la mecanización de los procesos productivos del café, la automatización en procesos de recolección del fruto, entre otros. Por el contrario, en procesos poscosecha hay un número mucho mayor de patentes que buscan mejorar los procesos de tostado, filtración de café y la obtención de productos procesados con mayor calidad. Con esto se evidencia que el valor agregado es un factor que impulsa los precios del café. De acuerdo con Espinal et al (2005), los cafés procesados han venido ganando mayor terreno en los

mercados internacionales, puesto que cuentan con un valor agregado de mayor nivel y aunque no tienen competencia directa con el café verde, sí compiten en factores de consumo.

En cuanto a otro tipo de patentes, se encontraron las relacionadas con el control de plagas y enfermedades comunes en los cultivos de café, con desarrollos biológicos y químicos para la erradicación de la roya y la broca. Por último, con una menor medida de presentación, se encontraron patentes que buscan la fertilización de los cultivos de café a partir de compuestos químicos que aceleran cada una de las etapas de desarrollo del cultivo.

En Colombia uno de los problemas que se presenta en esta materia es el poco número de estudios que busquen mejorar las características de los cultivos ya establecidos, la limitada información de equipos mecanizados para apoyar los procesos productivos del cultivo. Desde la perspectiva de Gómez Echeverry, Ceballos Rincón, Buitrago Rodríguez, & Páez Benítez, (2013), el sector académico debe tomar un papel dentro del desarrollo de contenido científico, para contribuir con programas, investigaciones y capacitación al personal que trabaja en este sector de la caficultura, todo ello con el fin de dotarlos de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías con las cuales puedan incrementar la calidad del grano y su productividad, así como la detección de nuevas necesidades.

En cuanto al apoyo que brindan las asociaciones, federaciones o entes del Estado se debe decir que estas se encuentran principalmente enfocadas en la renovación de cultivos y en el cambio de variedad en los árboles de café por la variedad castillo, que entre sus características posee una gran resistencia a la enfermedad de la roya, aunque no cuenta con una dirección hacia el desarrollo de nuevas tecnologías productivas.

## 11. Propuestas

Partiendo de las investigaciones realizadas para este proyecto y según lo analizado, se evidencian las múltiples problemáticas, que se presentan en el sector cafetero a nivel de desarrollo de nuevas técnicas agrícolas en el entorno de la modernidad, mecanización de los procesos de cultivo, como lo son, siembra, fertilización, cuidado del cultivo, recolección del grano de café entre otros, pocos estudios científicos buscan desarrollar nuevas tecnologías enfocadas hacia los diferentes procesos de producción, el mejoramiento progresivo del sector, y el mantenimiento de cultivos ya establecidos, el sector cafetero representa un pilar en la economía del país, siendo uno de los sectores agrícolas más fuertes y de mayor reconocimiento en los mercados internacionales.

Como propuesta inicial se recomienda el desarrollo de nuevas áreas de investigación interdisciplinaria en la búsqueda de desplegar, y mejorar los aspectos relacionados con el proceso productivo y cuidados del cultivo de café, esto mediante el apoyo de carreras afines al sector agrícola para fortalecer el sistema investigativo con el fin de replicar el modelo establecido por Brasil quien, en desarrollo de nuevas técnicas y procesos, se encuentra a la vanguardia como el país con mayor número de publicaciones en artículos y diferentes tipo de documentos relacionados, para el mejoramiento del sector cafetero, esto lo re afirma siendo el país con mayor producción de café a nivel mundial, cumpliendo con las características necesarias para aplicar a los mercados internacionales.

Por otra parte, el apoyo de sectores con conocimiento mecánico y mecatrónico para la creación de nuevos dispositivos automatizados esto con el fin de obtener una mayor eficiencia de los procesos productivos, cuidados del cultivo, e innovación en técnicas para el aumento de la producción apoyado en la creación de nuevas patentes, que tengan un desempeño en las diferentes zonas de siembra que cuenta con características geográficas distintivas a los cultivos presentes en otros países y cuyas patentes no son funcionales en el territorio colombiano dada sus características montañosas. La innovación en equipos que faciliten procesos específicos dentro de la producción de café, así como nuevas patentes para combatir enfermedades y control de las plagas y enemigos naturales del cultivo, control de características físico químicas presentes y que garanticen la obtención de una mayor producción.

Por último, la intención es el direccionamiento de los artículos y patentes que en gran parte buscan el desarrollo sobre el control biológico de fungicidas, abonos y los diferentes procesos que se desplieguen dentro del cultivo, esto se da con el fin de relacionar sus resultados con los

objetivos del desarrollo sostenible, que busca cumplir con ciertos objetivos establecidos como pilares para contrarrestar problemáticas que afectan a nivel mundial, dice (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015): “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030.” Con esto se busca garantizar que las futuras investigaciones y desarrollos de patentes cumplan con una serie de objetivos pertenecientes al desarrollo sostenible como lo son;

- El fin de la pobreza, que por medio del desarrollo del sector caficultor que busque impulsar la generación de empleo y garantice un sustento digno a sus productores.
- La igualdad de género, que garantice el empleo, dignifique y empodere a la mujer campesina.
- Trabajo decente y crecimiento económico, que garantice la sostenibilidad del mismo, de manera inclusiva con el empleo pleno y productivo del sector cafetero.
- Industria, innovación e infraestructura, con la promoción de la industrialización del sector de manera inclusiva y sostenible e innovación del sector cafetero.
- Reducción de la desigualdad, entre los países pertenecientes al sector con el fin de estabilizarlo, garantizando igualdad de derechos y oportunidades comerciales como laborales.
- Acciones por el clima, tomando medidas de manera primordial para contrarrestar el cambio climático y los efectos que este produce.
- Vida de los ecosistemas, apoyando la agroforestación de las áreas rurales que se ven afectadas por la agricultura intensiva.

## 12. Conclusiones

Finalmente, en este apartado se da la oportunidad de exponer conceptualmente el acumulado de interpretaciones y análisis producto de la investigación realizada, estas igualmente estarán organizadas alrededor de los objetivos, los cuales atravesaron el documento con la finalidad de dar información y respuesta a la pregunta inicial de la investigación, concluyendo los resultados obtenidos en el desarrollo de todos los procesos ejecutados, dando aclaración de cómo se realizó cada uno, con qué fin y que resultados se obtuvieron.

La caficultura en Ciénega Cundinamarca siendo relativamente joven con apoyo de entes del estado, como lo son la Federación Nacional de Cafeteros cuenta requisitos y factores claves a vigilar, estos enfocados a diferentes procesos productivos. En este caso se encuentra el cuidado del cultivo de café siendo un punto crítico y con mayor relevancia, la información con medio de la cual se establecieron los criterios de búsqueda se obtuvieron del “Manual del cafetero colombiano investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura” basado en 3 tomos en donde se manejan datos referentes a los procesos del cultivo de café, por medio de esta información recolectada se llega a conocer y demostrar los tipos de problemáticas sobre las cuales se hará enfoque de investigación, como lo son enfermedades y plagas comunes, todas estas presentes en los cultivos de café presentes en la región, además del aumento del estado productivo del cultivo con las características necesarias para establecer la búsqueda de información.

Una vez captada y analizada la información por medio de las herramientas establecidas, se da a conocer enfermedades como la roya y plagas comunes como lo son la broca, cochinillas, siendo estas las más importantes a la hora de establecer controles, teniendo en cuenta el daño que estas causan a la producción del grano del café. La implementación de técnicas especiales para el control de la roya va directamente relacionada con la aplicación de un agente compuesto por diferentes insumos químicos con el fin de controlar, manejar, prevenir y erradicar la enfermedad que produce la caída de la hoja del cafeto. El control de plagas como la broca causante de grandes pérdidas de la producción de café tiene propuestas de control, referenciadas hacia la creación de compuestos con función fungicida para la erradicación de la plaga. Por otro lado, la fertilización de los cultivos de café por medio de técnicas de enriquecimiento del aire y del suelo con la aplicación concentrada CO<sub>2</sub> con interacciones H<sub>2</sub>O para fortalecer el funcionamiento fotosintético y la mitigación de los aumentos en la temperatura.

Estas técnicas halladas dentro de la investigación, demuestran la gran variedad de soluciones que son presentadas constantemente, con el fin de controlar y erradicar las problemáticas comunes dentro del cultivo de café, siendo estas las más relevantes a la hora de medir la producción, por su relación directa con los resultados, de la misma manera se evidencia el aumento de estudios enfocados a la mejora continua de los cultivos de café, presentándose una actualización constante en las bases de datos en donde reposa la información de artículos directamente enfocados al control de las problemáticas ya mencionadas. La investigación presentada en el estudio de vigilancia tecnológica, exhibe una búsqueda referenciada en las necesidades básicas del cultivo de café presentando herramientas y técnicas con gran facilidad de aplicación, estas directamente enfocadas a la solución del problema planteado, como lo es el cuidado del cultivo de café, toda la captación de información va dirigida de manera general a todos los pasos necesarios para la protección del cultivo, fertilización del cultivo, erradicación de plagas y control de enfermedades.

Con el análisis de la información captada se logran propuestas para el mejoramiento de caficultura en el municipio de Cácieza Cundinamarca, estas son visibles en las propuestas para el fortalecimiento del sector, en donde el desarrollo de las nuevas áreas de investigación interdisciplinarias podrán generar nuevos conocimientos, aplicables a la región así como la creación de equipos mecánicos, la generación de nuevos controles, fungicidas biológicos y herramientas para el control de la plagas y enfermedades. Es importante que la región cuente con un apoyo de las entidades gubernamentales y de la federación nacional de cafeteros, para una mayor facilidad en la obtención de nuevos conocimientos y equipos siendo esto garantizado, así como el apoyo de la alcaldía municipal quien debe velar para que el sector productor en la región tenga oportunidades en su desarrollo, facilidad para el alquiler de equipos para el desarrollo de las labores en la producción de café, capacitaciones a los cafeteros reconocidos y los que desean hacer una transición en el cambio del cultivo, específicamente hacia el café, brindar apoyo continuo y seguimiento del sector.

Finalmente, se proyectan nuevas búsquedas de información en bases de datos, teniendo en cuenta los constantes avances científicos que se desarrollan, con el fin de suplir las problemáticas presentes en los cultivos de café, que al pasar el tiempo suelen desarrollarse con mayor resistencia a los controles establecidos con anterioridad, también para el control de nuevas problemáticas como lo es el calentamiento global y enfermedades producidas por el mismo. Así como la investigación para el desarrollo de nuevas técnicas de fertilización, el mantenimiento, fortalecimiento, y desarrollo de los sistemas agroforestales, que se encuentran



en peligro por los cultivos intensivos, que cada vez hacen mas presencia en los diferentes entornos naturales. Y el fortalecimiento del sector cafetero representativo y de importancia para la economía rural del país, que representa un pilar para el desarrollo social y económico.

### 13. Referencias

- Ardila, J., & Rojas, F. (2018). *Estudio de Vigilancia tecnológica en sistemas de movilidad para personas con discapacidad visual*. Obtenido de Universitaria Agustiniiana Repositorio Institucional: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/703>
- Banco Mundial. (2002). *Estudio del sector cafetero en Colombia*. Obtenido de Café de Colombia: <http://www.cafedecolombia.com/docs/ensayos182002/resumenejecutivobancomundial.pdf>
- Benavides, P., & Góngora, C. (2014). *Combinación de plaguicidas biológicos*. Obtenido de Patentscope: <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2014111764&tab=PCTBIBLIO>
- Bitzer, V., Francken, M., & Glasbergen, P. (2009). *Alianzas intersectoriales para una cadena de café sostenible teniendo en cuenta la sostenibilidad o solamente recogiendo las cerezas del café*. Obtenido de Comité de cafeteros Caldas: <http://www.comitedecafeteroscaldas.org/static/files/8Alianzasintersectorialesparaunacadenadecafesostenibleteniendoencuentalassostenibilidadesolamenterecogiendolescerezasdelcafe-VerenaBitzer-MaraFrancken-PieterGlasbergen.pdf>
- Blanco, R., & Aguilar, A. (2015). *Soil erosion and erosion thresholds in an agroforestry system of coffee (Coffea arabica) and mixed shade trees (Inga spp and Musa spp) in Northern Nicaragua*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84930629824&doi=10.1016%2fj.agee.2015.04.032&partnerID=40&md5=51f42d679cb032918a0768154064f2ec>
- Botero, M. (2019). *Café: año tras año se repite la misma película*. Obtenido de Revista Dinero: <https://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/cafe-ano-tras-ano-se-repite-la-misma-pelicula-por-mauricio-botero/269124>
- Buen Café. (2018). *La nueva caficultura colombiana*. Obtenido de Buen Café: <https://www.buencafe.com/blogs/el-nuevo-enfoque-de-la-caficultura-colombiana/>
- Café de Colombia. (2010). *El Café de Colombia*. Obtenido de Café de Colombia: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el\\_cafe\\_de\\_colombia/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/)

- Castillo, G. A., Badillo, G. B., & Ortiz, G. C. (2018). *Método para el control de la roya del café*. Obtenido de Espacenet: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20180412&DB=&locale=en\\_EP&CC=MX&NR=2016014596A&KC=A&ND=4](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20180412&DB=&locale=en_EP&CC=MX&NR=2016014596A&KC=A&ND=4)
- Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de café. (2015). *Cultivemos café*. Obtenido de Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de café: [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/germinador](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/germinador)
- Centro Nacional de Investigación de Café [Cenicafé]. (2013). *Recolección*. Obtenido de Centro Nacional de Investigación de Café: [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/recoleccion](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/recoleccion)
- Centro Nacional de Investigación de Café [Cenicafe]. (2016). *Beneficio*. Obtenido de Cenicafé : [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/beneficio](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/beneficio)
- Compañía nacional del café. (2012). *Regiones Cafeteras*. Obtenido de Compañía nacional del café: <http://cnccolombia.com.co/index.php/cafe-colombiano/regiones-cafeteras>
- DANE. (2019). *Exportaciones*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- Díaz, V., Pérez, J., & Pinson, É. (2015). *Método de control biológico de la broca del café*. Obtenido de Patentscope: [https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=MX152798954&tab=NATIONALBIBLIO&\\_cid=P10-K1JQ6Y-85519-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=MX152798954&tab=NATIONALBIBLIO&_cid=P10-K1JQ6Y-85519-1)
- ELSEVIER. (2019). *Scopus*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www-elsevier-com.ezproxy.unal.edu.co/solutions/scopus>
- Espinal, C. F., Martínez, H., & Acevedo, X. (2005). *La cadena del café en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991 - 2005*. Bogotá: Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Obtenido de Observatorio agrocadenas Colombia: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6111/1/200511215113\\_caracterizacion\\_cafe.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6111/1/200511215113_caracterizacion_cafe.pdf)
- Federación Nacional de Cafeteros. (2013). *Dinámica del consumo interno de café en Colombia*. Obtenido de Federación de cafeteros:

[https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/2Dinamica\\_del\\_consumo\\_interno\\_de\\_cafe.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/2Dinamica_del_consumo_interno_de_cafe.pdf)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). *Historia del Café*. Obtenido de Café de Colombia: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre\\_el\\_cafe/el\\_cafe/el\\_cafe/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_cafe/)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). *La Gente del Café*. Obtenido de Café de Colombia: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la\\_tierra\\_del\\_cafe/la\\_gente\\_del\\_cafe/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/la_gente_del_cafe/)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2010). *Una bonita historia*. Obtenido de Café de Colombia: [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el\\_cafe\\_de\\_colombia/una\\_bonita\\_historia/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/una_bonita_historia/)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2012). *Glosario Cafetero para conocer más sobre el Café de Colombia*. Obtenido de Al Grano: [https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/glosario\\_cafetero\\_para\\_conocer\\_mas\\_sobre\\_el\\_cafe\\_de\\_colombia](https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/glosario_cafetero_para_conocer_mas_sobre_el_cafe_de_colombia)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2014). *Por la caficultura que queremos*. Obtenido de Federación de cafeteros: [https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe\\_Comites\\_2014p.pdf](https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Comites_2014p.pdf)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2019). *El café de Colombia*. Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: [https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/nuestro\\_cafe/el\\_cafe\\_de\\_colombia/](https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/nuestro_cafe/el_cafe_de_colombia/)

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2019). *Guía ambiental para el sector cafetero*. Obtenido de Federación de cafeteros: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/6Capitulo4.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2019). *Quiénes somos*. Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros Colombianos: [https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes\\_somos/](https://www.federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/)

- Fernández, L. (2017). *Estudio de factibilidad para producir cafés especiales en las fincas cafeteras grandes y medianas en el municipio de andes antioquia*. Obtenido de Repositorio Eafit. Escuela de administración. Maestría en gerencia de proyectos: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11947/Laura\\_FernandezGaviria\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11947/Laura_FernandezGaviria_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- García, A. M. (2015). *Esudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva aplicado al cultivo y comercialización del durazno (prunus persica L) cv. amarillo jarillo en la provincia de pamplona*. Obtenido de Escuela De Ciencias Administrativas, Económicas, Contables y Negocios –ECACEN. Maestría En Administración De Organizaciones: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3746/1/37559736.pdf>
- García, R., & Olaya, É. (2006). Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café. *Cuadernos de Administración (Bogotá)*, 19(3), 197-217.
- Gobernación de Cundinamarca. (2015). *Cundinamarca y su café de leyenda*. Obtenido de Cundinamarca: [http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/f2463395-82f3-4d68-b978-bb57bcfe1910/SEPARATA+CUNDINAMARCA+FINAL\\_BAJA+%281%29.pdf?MOD=AJPERES&CVID=15PBwW8](http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/f2463395-82f3-4d68-b978-bb57bcfe1910/SEPARATA+CUNDINAMARCA+FINAL_BAJA+%281%29.pdf?MOD=AJPERES&CVID=15PBwW8)
- Gobernación de Cundinamarca. (2018). *Más de \$12.200 millones para impulsar renovación del sector cafetero en Cundinamarca*. Obtenido de Cundinamarca: <http://www.cundinamarca.gov.co/Home/prensa2018/asnoticiasprensa/12200+millones+para+impulsar+renovacion+del+sector+cafetero>
- Granados, Ó. (2018). *Un mundo loco por el café*. Obtenido de El País. Actualidad: [https://elpais.com/economia/2018/03/08/actualidad/1520527718\\_097899.html](https://elpais.com/economia/2018/03/08/actualidad/1520527718_097899.html)
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- IBM Knowledge Center. (2011). *Reglas de Co-ocurrencia*. Obtenido de IBM Knowledge Center:

[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS6A7K\\_4.0.1/com.ibm.spss.tafs.help/tmwb\\_cat\\_cooccurrencerules.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS6A7K_4.0.1/com.ibm.spss.tafs.help/tmwb_cat_cooccurrencerules.htm)

Kimball, B. A. (2016). *Crop responses to elevated Co2 and interactions with H2o N, and temperature*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84961907138&doi=10.1016%2fj.pbi.2016.03.006&origin=inward&txGid=92cd1bba400c16d0d20adae63df8a570>

Malaver, F., & Vargas, M. (2007). *Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial*. Obtenido de Repositorio Colciencias. Pontificia Universidad Javeriana: [http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/716/1710-MALAVER\\_2007\\_VIGILANCIA\\_TEC.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/716/1710-MALAVER_2007_VIGILANCIA_TEC.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

Martins, M. P. (2016). *Protective resposes mechanisms to heat stress in interaction with high [CO2] conditions in coffea spp.* Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84976486833&doi=10.3389%2ffpls.2016.00947&origin=inward&txGid=af28502ab820cb8f8f0c10613acd2201>

Milder, J., Arbuthnot, M., Blackman, A., Brooks, S., Giovannucci, D., Gross, L., . . . Schroth, G. (2015). *An agenda for assessing and improving conservation impacts of sustainability standards in tropical agriculture*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924724540&doi=10.1111%2fcobi.12411&partnerID=40&md5=ac317f6fd8ca348f4483c7f7abf8187b>

Moreno, J. G., Gómez, P. M., Cepeda, J. A., & Arias, C. A. (2001). *Procesamiento para la elaboración de un producto para eliminar la broca del café*. Obtenido de Patentscope: <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CO10405354&tab=NATIONALBIBLIO>

Muñoz, L. (2014). *Caficultura sostenible, moderna y competitiva*. Obtenido de Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Ensayos sobre economía cafetera : <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/EEC30.pdf>

Obeservatorio Virtual de Transferencia de Tecnología. (2007). *Vigilancia tecnológica e inteligencia*. Obtenido de Obeservatorio Virtual de Transferencia De Tecnología: <https://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica>

- Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología. (2007). *Ciclo de vigilancia tecnologica*.  
Obtenido de Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología:  
<https://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-metodos>
- Ocampo, O., & Álvarez, L. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes del CENES*, 36(64), 139-165. Obtenido de Scielo:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v36n64/0120-3053-cenes-36-64-00139.pdf>
- Patent Inspiration. (2019). *patents with coffee and crop*. Obtenido de Patent Inspiration:  
<https://app.patentinspiration.com/#report/6bDC79d4D666/analysis/245869d5dD4D>
- Pérez, L., & Lizarazo, W. (2017). *Análisis del impacto financiero de un modelo de desarrollo sostenible cero emisiones para los caficultores de pueblo Bello – César*. Obtenido de Universidad de Santander. Gestión y Desarrollo:  
[http://www.udes.edu.co/images/REVISTA\\_GESTION\\_Y\\_DESARROLLO\\_2018\\_27\\_JUNIO.pdf#page=28](http://www.udes.edu.co/images/REVISTA_GESTION_Y_DESARROLLO_2018_27_JUNIO.pdf#page=28)
- Periódico El Tiempo. (2018). *Gobierno les plantea a cafeteros renovar 100.000 hectáreas al año*. Obtenido de Sección Economía:  
<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/renovacion-de-cafetales-planteada-por-el-gobierno-para-el-2019-302466>
- Pizano, D. (2001). *El café en la encrucijada, evolución y perspectivas*. México: Alfaomega.  
Obtenido de  
[https://books.google.com.co/books/about/El\\_caf%C3%A9\\_en\\_la\\_encrucijada.html?id=hbezAAAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/El_caf%C3%A9_en_la_encrucijada.html?id=hbezAAAIAAJ&redir_esc=y)
- Portal EcuRed. (2011). *Bibliometría*. Obtenido de EcuRed:  
<https://www.ecured.cu/Bibliometr%C3%ADa>
- Pumariño, L., Sileshi, G., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M., . . . Jonsson, M. (2015). *Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84944164508&doi=10.1016%2fj.baae.2015.08.006&partnerID=40&md5=ce4cf20af7582f5960e82527b825bd7c>
- Revista Dinero. (2014). *Nuevos cafetales en Colombia*. Obtenido de Artículos:  
<https://www.dinero.com/pais/articulo/renovacion-cultivos-cafe-colombia/198628>

- Rodrigues, W. P., Martins, M. Q., Fortunato, A. S., Rodrigues, A. P., Semedo, J. N., Simoes-Costa, M. C., . . . Pa. (2016). *Long-term elevated air [CO<sub>2</sub>] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical Coffea arabica and C. canephora species*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84954385079&doi=10.1111%2fgcb.13088&partnerID=40&md5=5bbc1add27aa7066e44ed107d0b61d6b>
- Ruiz, J. A., & Jorge, R. A. (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. *ACIMED*, *10(4)* , 5-6. Obtenido de Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352002000400004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352002000400004)
- Salgado, T. J., Contreras, F. G., Torres, A. L., Gutiérrez, A. M., & Hernández, R. A. (2017). *Inoculante bacteriano para acelerar el desarrollo fenológico en plantas de café*. Obtenido de Espacenet: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=22&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=20170504&CC=MX&NR=2015014809A&KC=A](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=22&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20170504&CC=MX&NR=2015014809A&KC=A)
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* . Obtenido de Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Scopus. (2019). *10927 resultado de documentos*. Obtenido de Scopus: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co>
- Scopus. (2019). *1441 resultado de documentos*. Obtenido de Scopus: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co>
- Scopus. (2019). *23878 resultado de documentos* . Obtenido de Scopus: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co>
- Scopus. (2019). *6092 resultados de documentos*. Obtenido de Scopus: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&sid=0f8b82f5896a0bdbf84db3d8da3c450f&sot=a&sdt=a&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY+%28+coffee+%29+AND+%28+crop+%29&origin=searchadvanced&editSaveSearch=&txGid=16cc4c62011b417c935dd3b40a6c>



- Tscharntke, T., Milder, J., Schroth, Y., Clough, F., Declerck, A., Waldron, R., & Rice, J. (2015). *Conserving Biodiversity Through Certification of Tropical Agroforestry Crops at Local and Landscape Scales*. Obtenido de Scopus: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924328276&doi=10.1111%2fconl.12110&partnerID=40&md5=0bc60dbabd667f8fb3a24decb3fff895>
- Valora Analitik. (2019). *Producción de café de Colombia sube a su máximo de dos años y medio*. Obtenido de Portal Valora Analitik: <https://www.valoraanalitik.com/2019/08/05/produccion-de-cafe-de-colombia-suba-a-su-maximo-de-dos-anos-y-medio/>
- Vanegas, E. (2017). *¿Quiénes son los mayores productores de café a nivel mundial?* Obtenido de Merca2.0: <https://www.merca20.com/quienes-son-los-mayores-productores-de-cafe-nivel-mundial/>