UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA FORESTAL

PROYECTO DE GRADO EN MODALIDAD DE MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SOBRE SISTEMAS AGROFORESTALES EN COLOMBIA

DOCENTE:
JAIME ALBERTO MORENO

INTEGRANTES:

PAULA ALEJANDRA ALBA MARTINEZ
MARIA FERNANDA RIAÑO PELAEZ

AÑO 2020

A Dios por su infinito amor con nosotras, por permitir que nos cruzáramos en el camino y por establecer un vínculo fraterno y académico que abrió las puertas a la elaboración de esta monografía, gracias por brindarnos serenidad cuando tuvimos la necesidad de tomar decisiones, por concedernos disciplina cada día para trabajar de manera constante hasta culminar esta investigación y por otorgarnos dedicación para realizar este trabajo con amor.

A nuestras familias por su paciencia y acompañamiento, siempre hubo de parte de nuestros familiares una palabra de aliento, apoyo incondicional y admiración; gracias por estar pendientes de nosotras.

A todas las personas, instituciones y entidades que se han tomado el trabajo de investigar sobre los sistemas agroforestales y silvopastoriles en Colombia, ustedes le han dado sentido a esta monografía.

A nuestro director, MSc. Jaime Alberto Moreno, por su acompañamiento y paciencia infinita, por su amabilidad al aceptar orientarnos, su humildad al transmitir conocimiento y su generosidad al dedicarnos tiempo.

Finalmente, a nuestros compañeros por cada una de sus sugerencias, por equilibrar los momentos de estrés con su buen sentido del humor, por ser un apoyo académico y porque gracias a ustedes aprendimos de efectividad y trabajo en equipo.

1 INTRODUCCIÓN 8
2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 10
2.1 Pregunta de investigación 10
2.2 Justificación 10
2.3 Objetivos 10
2.3.1 General 10
2.3.2 Específicos 10
3 MARCO TEÓRICO 11
3.1 Sistemas combinados de producción 11
3.2 Marco histórico 14
3.2.1 Agricultura Maya 15
3.2.2 Agricultura Inca 16
3.2.3 Sistema Taungya 16
3.2.4 Sistema de Chagra 17
3.2.5 Sistemas Amazónicos 17
3.3 Factores que condicionan un sistema agroforestal 18
4 MARCO CONCEPTUAL 20
4.1 Teoría fundamentada 20
4.1.1 Muestreo teórico 20
4.1.2 Codificación abierta de datos 22
4.1.3 Codificación axial de datos 22
4.1.4 Codificación selectiva de datos 23
4.2 Tipo de investigación 23
4.2.1 En función del propósito: 24
4.2.2 Por su nivel de profundidad: 24
4.3 Nivel de investigación 25
5 METODOLOGÍA 27
5.1 Establecimiento del stock accesible de reportes de investigación 27
5.2 Análisis de contenido de reportes incluidos en el stock 29
5.2.1 Codificación abierta 30
5.2.2 Codificación axial 30

5.2.3 Codificación selectiva 31
5.3 Determinación del alcance de investigación 31
5.3.1 Establecimiento de criterios de asignación 31
5.3.2 Asignación del nivel de investigación a cada documento 33
5.3.3 Distinción de la profundidad alcanzada en cada categoría temática 33
5.4 Análisis temporal de la investigación realizada en SAF y SSP en Colombia 34
6 RESULTADOS Y ANÁLISIS 35
6.1 Reporte de investigación SAF en Colombia en la ventana de tiempo comprendida entre 2000 – 2019. 35
6.1.1 Temporalidad y localización de las publicaciones 36
6.1.2 Generación de información a partir de instituciones 38
6.2 Temas abordados en la investigación de SAF y especies involucradas 40
6.2.1 Temáticas abordadas en la investigación SAF en Colombia 40
6.2.2 Discriminación de los reportes en subcategorías temáticas 42
6.2.3 Agrupación de las subcategorías temáticas según su enfoque 52
6.2.4 Especies involucradas en la investigación sobre SAF 59
6.3 Alcance al que ha llegado la investigación SAF en Colombia 96
6.4 Avance de investigación en SAF y SSP 101
7 CONCLUSIONES 105
8 RECOMENDACIONES 107
9 BIBLIOGRAFÍA 109
10 ANEXOS 128

Índice de ilustraciones

Ilustración 3.1: Partes que interactúan en un sistema. 12
Ilustración 3.2: Representación de un sistema de producción según la TGS 12
Ilustración 3.3: TGS aplicada a un sistema de producción industrial 13
Ilustración 3.4: Sistema de producción agropecuario proyectado desde la TGS 14
Ilustración 3.5: Interacción de factores que definen un sistema de producción agropecuario. 18
Ilustración 4.1: Proceso de investigación en la Teoría fundamentada. 23
Ilustración 5.1: Metodología de la investigación 28
Ilustración 5.2: Niveles de investigación 32
Ilustración 5.3: Nivel de investigación según los objetivos del estudio 33
Ilustración 6.1: Cantidad de documentos publicados entre 1999 y 2019. 36
Ilustración 6.2: Porcentaje de estudios realizados en cada Departamento de Colombia. 37
Ilustración 6.3: Actores que publican información. 39
Ilustración 6.4: Porcentaje de publicaciones de los actores. 40
Ilustración 6.5: Investigación desarrollada sobre las grandes categorías temáticas. 41
Ilustración 6.6: Grado de investigación en las subcategorías conceptuales de SAF. 47
Ilustración 6.7: Grado de investigación en las subcategorías conceptuales de SSP. 48
Ilustración 6.8: Grado de investigación sobre las categorías temáticas de los SAF en Colombia. 55
Ilustración 6.9: Grado de investigación sobre las categorías temáticas de los SSP en Colombia. 55
Ilustración 6.10: Agrupación de especies por cantidad de temas estudiados 61
Ilustración 6.11: Alcance de la investigación en SAF y SSP. 98
Ilustración 6.12: Nivel de investigación alcanzado en cada categoría temática para SAF. 99
Ilustración 6.13: Nivel de investigación alcanzado en cada categoría temática para SSP. 101
Ilustración 6.14: Línea del tiempo sobre la investigación SAF en Colombia. 103
Ilustración 6.15: Alcance temporal de la investigación sobre SAF en Colombia. 104

Índice de tablas

Tabla 5.1: Criterios de selección de información. 29
Tabla 6.1: Matriz de llenos y vacíos según las categorías conceptuales. 59

Índice de anexos

Anexo 1: Publicaciones sobre investigación en SAF y SSP. 128

Anexo 2: Agremiaciones y asociaciones relacionadas con el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 141

Anexo 3: Entidades consultadas dentro del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 142

Anexo 4: Universidades y respectivos grupos de investigación consultados. 143

Anexo 5: Bases de datos consultadas. 145

Anexo 6: Grandes categorías, categorías y subcategorías temáticas planteadas en la codificación. 146

Anexo 7: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas". 147

Anexo 8: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de “Innovación tecnológica en SAF”. 147

Anexo 9: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF". 148

Anexo 10: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético". 148

Anexo 11: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de "Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica". 149

Anexo 12: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Plagas y enfermedades que afectan los SAF". 150

Anexo 13: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF". 151

Anexo 14: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Índices de crecimiento de los componentes del SAF". 152

Anexo 15: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Funcionalidad ecosistémica de los SAF". 153

Anexo 16: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF". 154

Anexo 17: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF". 155

Anexo 18: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF”. 156

Anexo 19: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de “Caracterización de los SAF según percepción de agricultores”. 157

Anexo 20: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo". 158

Anexo 21: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de “Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo". 159

Anexo 22: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna en el suelo". 161

Anexo 23: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Asimilación de forrajes al interior de los SSP". 162

Anexo 24: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP". 163

Anexo 25: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Funcionalidad ecosistémica de los SSP". 164

Anexo 26: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo". 165

Anexo 27: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP". 165

Anexo 28: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Plagas y enfermedades que afectan los SSP". 166

Anexo 29: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP”. 166

Anexo 30: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP". 167

Anexo 31: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP". 167

Anexo 32: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP". 167

Anexo 33: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP". 168

Anexo 34: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica". 168

Anexo 35: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Índices de crecimiento de los componentes del SSP". 168

Anexo 36: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de “Caracterización de los SSP según percepción de agricultores". 168

Anexo 37: Documentos de investigación en el "Nivel Descriptivo" 169

Anexo 38: Documentos de investigación en el "Nivel Correlacional" 172

Anexo 39: Documentos de investigación en el "Nivel Explicativo" 175

Anexo 40: Documentos de investigación en el "Nivel Predictivo" 178

Anexo 41: Documentos de investigación en el "Nivel Aplicativo" 179

1 INTRODUCCIÓN

La investigación es la base para la explicación de diversos fenómenos en todos los campos de la ciencia, cuyo punto de partida es una revisión documental que se convierte en la base teórica de la investigación científica; el resultado final de una investigación documental puede ser un trabajo monográfico, el cual sirve de apoyo teórico a la investigación científica. Para definir el horizonte de investigación sobre sistemas combinados de producción forestal (silvopastoriles y agroforestales) en Colombia, el presente trabajo establece el nivel de avance en la evaluación de estos sistemas en el país.

El objetivo es investigar los desarrollos que se han tenido como mecanismo alternativo para superar limitantes en el manejo de zonas intervenidas o en proceso de degradación; además, se encuentran en el centro de la agenda internacional orientada al desarrollo sostenible, siendo un factor importante e influyente sobre: cambio climático; conservación de la agrobiodiversidad; conservación y recuperación de los suelos, aguas y bosques; y, desarrollo rural en términos de seguridad alimentaria, generación de empleo, diversificación productiva e incrementos de ingresos de las comunidades rurales.

Esta monografía presenta una evaluación documental donde se analizan, sintetizan e integran los resultados de investigaciones publicadas en Colombia en una ventana de tiempo comprendida entre los años 2000 y 2019 sobre sistemas agroforestales - SAF. Con el propósito de dar cuenta de los avances y las tendencias de investigación en este campo, a través de una cuidadosa revisión bibliográfica de publicaciones reconocidas a nivel científico y de tesis académicas. Metodológicamente se hace uso de la TF - Teoría fundamentada desarrollada por los sociólogos Glaser & Strauss (1967), donde se emplea el método inductivo para descubrir teorías, conceptos, hipótesis y proposiciones partiendo directamente de un conjunto de datos. La investigación se desarrolla en cuatro etapas fundamentales: establecimiento del stock accesible de reportes de investigación; análisis de contenido; caracterización estructural de la investigación; y finalmente descripción de la evolución que ha tenido la investigación sobre sistemas agroforestales en Colombia.

La investigación partió de una vasta revisión de publicaciones que permitió seleccionar un universo muestral de 159 documentos, donde se hizo posible determinar que Caldas es el departamento con más investigación, seguido de Nariño y Caquetá; es necesario destacar que hay siete (7) departamentos del país para los que no se registra ningún tipo de investigación sobre sistemas agroforestales – SAF o sistemas silvopastoriles – SSP.

Se encontró que el 74% de las publicaciones se enfocan en la investigación sobre arreglos agroforestales, mientras que solo un 26% están dirigidas hacia las prácticas silvopastoriles; los sistemas combinados de producción agropecuaria – forestal con *Coffea arábica* e *Inga edulis* han sido los protagonistas de la investigación agroforestal y silvopastoril en Colombia, donde se ha dado prioridad a investigar sobre la productividad de éstos y su impacto en el suelo.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la orientación de la investigación en SAF y SSP en Colombia durante el periodo de tiempo comprendido entre 2000 y 2019?

2.2 Justificación

El propósito de la investigación es identificar hasta dónde se ha avanzado en las temáticas agroforestales del país por medio de la revisión del contenido de publicaciones de manera ordenada, precisa y analítica**.** El conocimiento del estado del arte se hace con el propósito de establecer un punto de partida para orientar la investigación en este campo, la revisión busca brindar una herramienta básica para avanzar en la innovación de estos sistemas y abrir las puertas a la inspiración y difusión de nuevas ideas, poniendo sobre la mesa los temas que se abordan actualmente.

2.3 Objetivos

2.3.1 General

Establecer la evolución de la investigación sobre SAF en Colombia a partir de la revisión de publicaciones reconocidas por su rigor científico o académico.

2.3.2 Específicos

- Identificar y sistematizar la información de reportes científicos sobre SAF en Colombia publicadas entre el año 2000 y 2019.
- Analizar las temáticas que se abordan en la publicación de resultados de investigación en SAF a partir de su contenido para la ventana de tiempo seleccionada.
- Determinar el nivel y tipo de la investigación publicada sobre los SAF en el país durante el periodo de tiempo considerado.

3 MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta a continuación permite conocer los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del desarrollo de esta revisión documental. Se realizó una definición conceptual de los sistemas combinados de producción seguida de una reseña histórica que tiene como propósito describir el surgimiento y evolución de las prácticas agroforestales y silvopastoriles.

3.1 Sistemas combinados de producción

Entendemos por sistema al grupo de partes y objetos que interactúan y forman parte de un todo influenciados por alguna relación entre ellos (Johansen, 2004). La palabra sistema procede del latín sistema, y éste del griego *σύστημα* (*systema*), identificado en español como "unión de cosas de manera organizada".

En la Teoría General de Sistemas desarrollada por el biólogo alemán Von Bertalanffy, se puede entender el sistema como un concepto integrador y holístico, que corresponde a un conjunto de componentes que interactúan entre sí, haciendo de cada conjunto una unidad completa (Bertalanffy, 1968).

Según Rockembach & Hart (1985), los sistemas se conforman por límites espaciales y temporales, entradas, componentes, interacción entre componentes, salidas y administración. Para este autor, la función de un sistema está determinada por procesos relacionados con recepción de entradas y producción de salidas. La función se puede caracterizar por medio de la productividad, eficiencia y viabilidad del sistema.

El conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben datos, energía o materia (entrada) y por medio de interacciones (proceso) proveen información, energía o materia (salida). La mayoría de los sistemas tienen un proceso y una salida, pero también existe la retroalimentación, que se produce cuando las salidas del sistema o la influencia de las salidas del sistema vuelven a ingresar al sistema como recursos o información (ver Ilustración 3.1).

Un sistema de producción es un proceso productivo en el que la organización técnica y las prácticas económicas resultan internamente coherentes y económicamente viables con el fin de reducir las incertidumbres del mercado y el trabajo, garantizando precisión en la evolución del proyecto a largo plazo, hasta el punto de conducir a una serie de configuraciones macroeconómicas y sociales (Clarke, 2005).

En los sistemas de producción se incorporan materiales e insumos, y se realizan controles que maximizan el nivel de seguridad de la mano de obra y disminuyen los desperdicios generados en distintas etapas del ciclo de fabricación hasta obtener un producto terminado (ver Ilustración 3.2 e Ilustración 3.3)

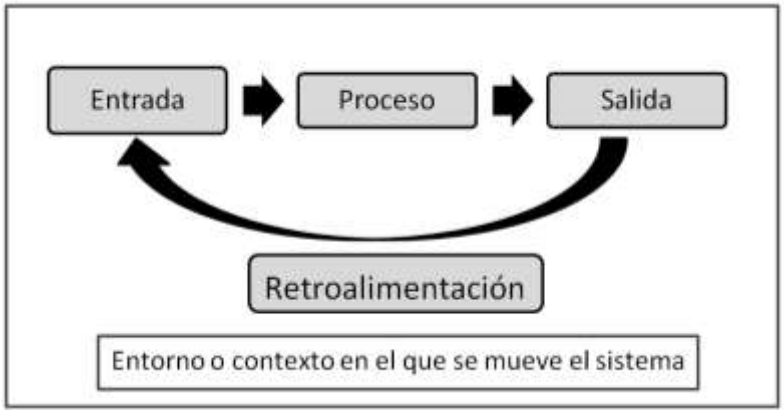


Ilustración 3.1: Partes que interactúan en un sistema.

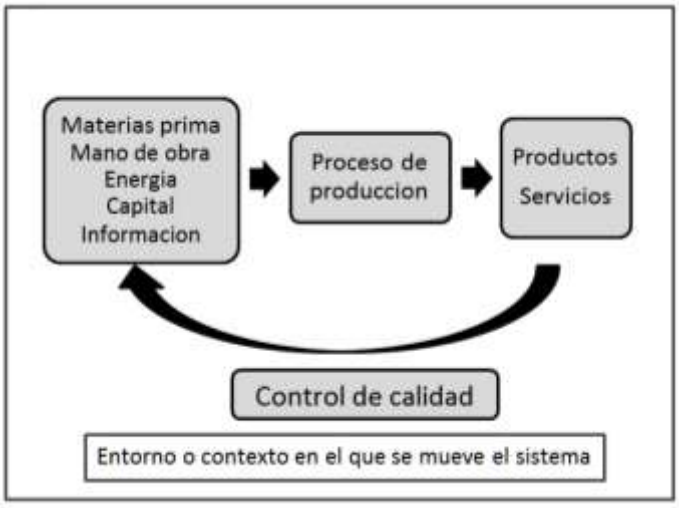


Ilustración 3.2: Representación de un sistema de producción según la TGS

El concepto de “Sistema de producción” se percibe como algo enfocado a la industria de empresas grandes y pequeñas, encargadas de la elaboración de artículos u objetos en fábricas con estructuras mecanizadas poco o nada relacionadas con el paisaje. Lo cierto es que el análisis de los sistemas productivos agrícolas se realiza de forma aislada, como si se tratase de una actividad autónoma a los sistemas productivos en general. Sin embargo, los sistemas de producción agropecuaria también se pueden entender desde la TGS.

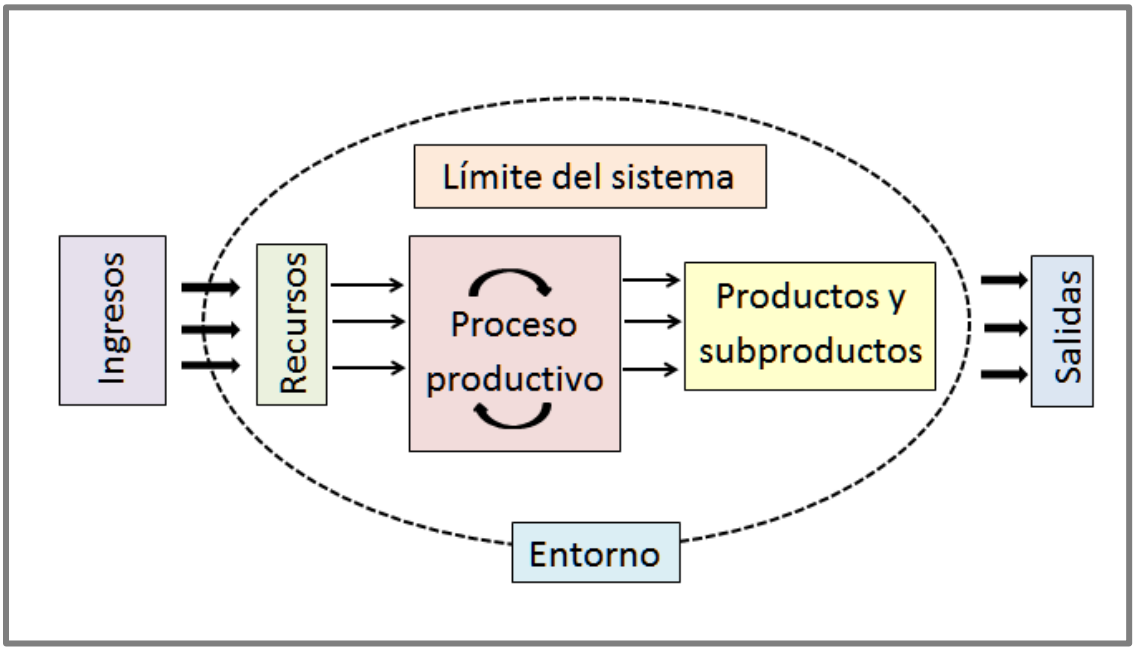


Ilustración 3.3: TGS aplicada a un sistema de producción industrial

Los factores bióticos y abióticos que afectan o intervienen un sistema de producción agropecuario - forestal, representan las “Entradas” las cuales interactúan y se catalizan por medio de los procesos de implementación y técnicas de manejo, con las variables de tipo insumos y mano de obra, superando las barreras de producción, las “Salidas” están representadas por los productos comerciales que se generan en este sistema. Los límites del proceso de producción están condicionados por el área de la finca y todo se desarrolla en un entorno agroecológico (ver Ilustración 3.4).

Un sistema agroforestal o silvopastoril es entonces, un modo de producción donde interactúan el conjunto de insumos disponibles con las condiciones climáticas y topográficas de un terreno, a través de un plan de implementación y manejo de cultivos agrícolas, plantaciones forestales e

incorporación de fauna en una zona agroecológica determinada. La finalidad de estos sistemas de producción es superar una o más limitantes con el fin de obtener el mayor beneficio posible del recurso suelo, por medio de los SAF se obtienen servicios ecosistemicos, soberania alimentria y medios para mejorar la calidad de vida de las comunidades (Palacios & Bokelmann, 2017; Sánchez et al., 2008; Torres, 2010)

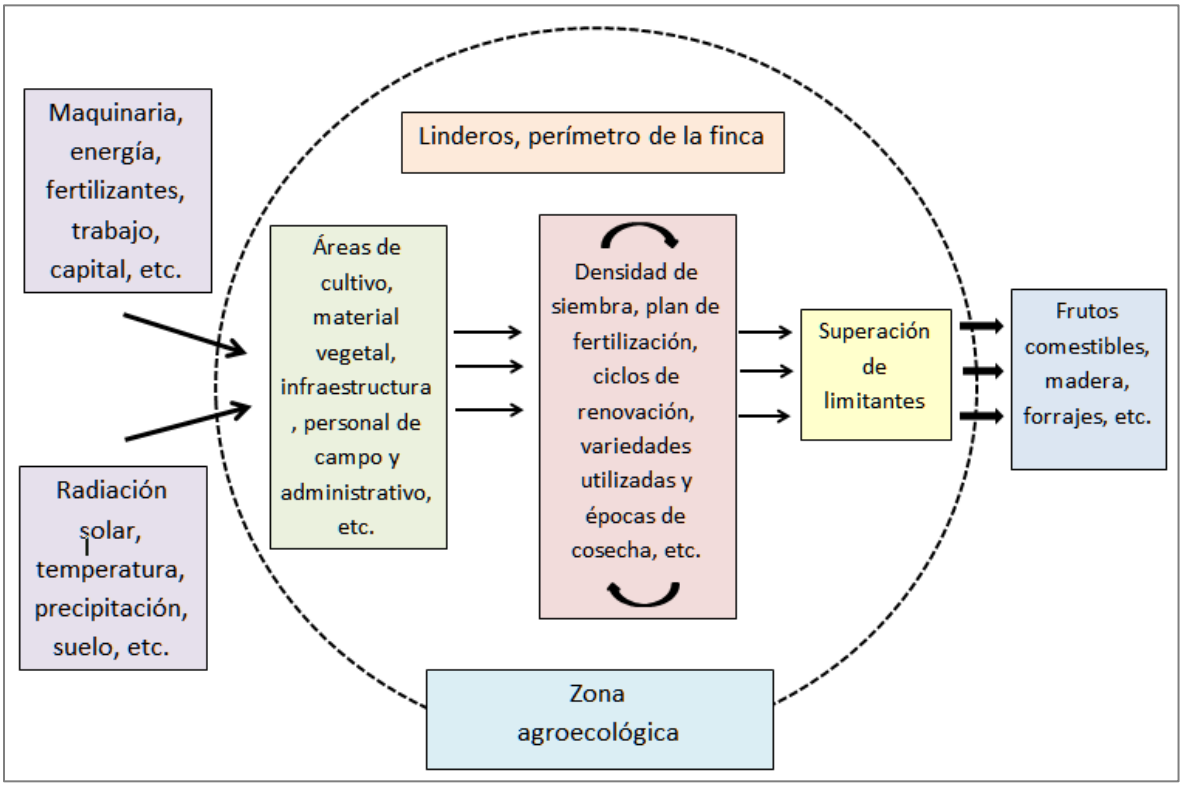


Ilustración 3.4: Sistema de producción agropecuario proyectado desde la TGS

3.2 Marco histórico

Las primeras etapas de la historia de la agricultura fueron dominadas por la agricultura migratoria o itinerante, un sistema agrícola en el cual se desbrozan los campos, generalmente con fuego, y se cultiva por periodos cortos con el fin de dejar descansar el suelo (Conklin, 1957). En conclusión, la agricultura migratoria consiste en la alternancia de periodos de agricultura y silvicultura; posteriormente, se desarrollaron sistemas de mayor permanencia en la tierra que

involucran la participación del pastoreo con el objetivo fundamental de aportar nutrientes al sistema por medio de la descomposición de heces.

En la Edad Media (476 D.C - 1492) los europeos combinaban el establecimiento de árboles con cultivos agrícolas, convirtiéndose en una práctica rutinaria que se generalizó en la agricultura mundial. La técnica era común, realizar talas rasas y quemas del bosque degradado con el fin de establecer cultivos de plantas comestibles a los que se les introducía un componente forestal de forma simultánea (King, 1987). En América tropical, se ha intentado simular las dinámicas del bosque para obtener beneficios del ecosistema, al principio se recogían las plantas comestibles silvestres y se fueron incorporando poco a poco las prácticas agrícolas donde se plantaba lo justo y necesario para satisfacer las necesidades de un hogar.

Se cree que las dinámicas de siembra en América datan de 10.000 a 12.000 años atrás, las mujeres son consideradas las promotoras de esta forma de producción, ya que por las labores de recolección de vegetales empezaron las primeras selecciones por calidad, aprovechando las especies que les resultaron más útiles. Los procesos de domesticación de especies vegetales empezaron con el traslado de material vegetal reproductivo hacia los asentamientos, el sedentarismo es una puerta para mejorar las plantas y crear variedades de éstas. Así, surgieron las primeras adaptaciones al sistema natural, pues se debía destruir lo que había, para construir un sistema artificial que se valía de los recursos del suelo del bosque (FAO, 2014).

3.2.1 Agricultura Maya

Los primeros repoSiemens & Puleston (1972) y por Turner & Johnson (1979), este último resaltó la técnica de terraceado de laderas. Harrison & Turner (1978), en su obra “Prehispnic Maya Agriculture” realizaron una revisión del modelo “milpa” (Chien & Hammond, 1978), donde predominaba la agricultura extensiva y de barbecho; el trabajo de estos autores tenía como objetivo proponer una nueva interpretación de la agricultura Maya caracterizada por altos niveles de población y prácticas generalizadas de agricultura extensiva.

Durante la época prehispánica se realizó una caracterización más profunda y dinámica de las prácticas agrícolas Mayas, reconociendo que la diversidad ambiental era un factor de decisión en la forma de explotación intensiva pero distinta según la topografía y el relieve. Siguiendo este modelo, (Fedick, 1996) postula que en las tierras altas se incorporan cosechas mixtas, terrazas de cultivo en las laderas y campos de cultivo elevados y drenados en los terrenos húmedos (Stuardo, 2002).

3.2.2 Agricultura Inca

Los Incas efectuaban sus siembras en terrazas artificiales bajo prácticas de manejo silvicultural con abono y técnicas de regadío; además utilizaban animales para el transporte de las cargas (Blossiers et al., 2000). La agricultura Inca se especializó en tierras altas, abriendo las puertas para el manejo de cultivos en diferentes ecorregiones; se resalta el desarrollo tecnológico en los sistemas de riego en las terrazas, domesticación y mejoramiento de especies andinas, rotación de cultivos y barbecho y una variedad de técnicas relacionadas con la conservación del suelo que involucran protección fitosanitaria, fertilizantes y herramientas adecuadas. Bajo la premisa de imitar el orden natural, los sistemas tienen repercusiones en el medio ambiente, pero se conservaba parte de la diversidad biológica y de la funcionalidad del ecosistema (Farfán, 2014).

3.2.3 Sistema Taungya

El término proviene de *taug* que significa montaña y *gya* que significa cultivo y se aplica a las formas de intervención y apertura del bosque para la implementación cultivos; fue desarrollado en Myanmar (Antigua Birmania). Este sistema permite generar ingresos en un corto plazo de tiempo y abaratar los costos de establecimiento por medio de alianzas con productores de subsistencia. En la actualidad, se refiere a los SAF que asocian plantaciones forestales con cultivos transitorios; se distinguen tres elementos que lo caracterizan (Navia et al.,2003):

- El producto principal es la madera
- La combinación de la agricultura y forestería es temporal
- La distribución espacial es regular

3.2.4 Sistema de Chagra

Los indígenas definen la Chagra como el lote escogido del cual viven; el pulmón que les da la vida y sin el cual no podrían sobrevivir; se realizan por medio de la determinación del sitio y tumba selectiva del bosque, dejando en pie las palmas y árboles frutales que son fuente de alimentación, quema del material y establecimiento de especies vegetales nativas de periodos semestrales, anuales y perennes, posteriormente se realiza limpieza, cosecha y abandono (Giraldo & Yunda, 2012).

La composición mantenida dentro de cada Chagra es herencia cultural de cada familia, la función que cumple es garantizar la alimentación y subsistencia, siendo vital dentro de la seguridad alimentaria y complementa las actividades de recolección, caza y pesca. Se pueden diferenciar dos tipos de Chagra: la que se establece en selva no intervenida, denominada Chagra de monte bravo y la que se establece en bosques secundarios formados en un periodo suficiente de no intervención después de haber sido utilizados como Chagra y ser abandonados, conocida como Chagra de rastrojo (Giraldo & Yunda, 2012).

Por lo general las Chagras no ocupan lugares continuos y están dispersas por todo el bosque perteneciente a la comunidad, la ubicación depende del tipo de suelo, vegetación preexistente y de la inclinación del terreno; el tamaño depende del número de miembros de la familia y de la capacidad de trabajo disponible, siguiendo la asignación de tareas según el género de manera tradicional (Giraldo & Yunda, 2012; Triana et al., 2006).

3.2.5 Sistemas Amazónicos

La agricultura se basó en “la roza y quema”. Algunas características comunes de los habitantes indígenas de la cuenca amazónica es la roza, que consiste en un sistema sucesivo de tala y quema; la tala se realiza con el fin de dotar al suelo de la mayor cantidad de nutrientes. Se conoce que el ciclo de nutrientes en los bosques húmedos tropicales es muy rápido por la actividad de los microorganismos del suelo; por tanto, en poco tiempo de haber establecido un cultivo comienza a disminuir su producción. Por ello, se talan primero plantas pequeñas y el sotobosque, los cuales facilitan una rápida reincorporación de nutrientes al suelo. Posteriormente,

se cortan los árboles grandes, cuyos troncos fertilizan el suelo a largo plazo. Se trata de minimizar el tiempo que el suelo está expuesto directamente a los rayos solares y a la precipitación, porque esto afectará a la población microbiana.

El área talada es siempre reducida; para ampliar la zona productiva, la tala se traslada otro lugar, dejando porciones de selva entre cultivos para asegurar la permanencia de animales silvestres y estimular la regeneración natural del bosque. Una vez que el suelo ha perdido sus nutrientes, se quema la zona cultivada y se la deja descansar por un número variable de años hasta que el suelo recupere su fertilidad y el bosque se regenere (barbecho). Los cultivos se establecen en otra porción del bosque (Farfán, 2014).

3.3 Factores que condicionan un sistema agroforestal

El manejo adecuado de un sistema de producción está determinado por la implementación de un plan de utilidades donde se aprovechen al máximo todos los recursos de una propiedad con el fin de superar limitantes en el caso de un sistema agroforestal.

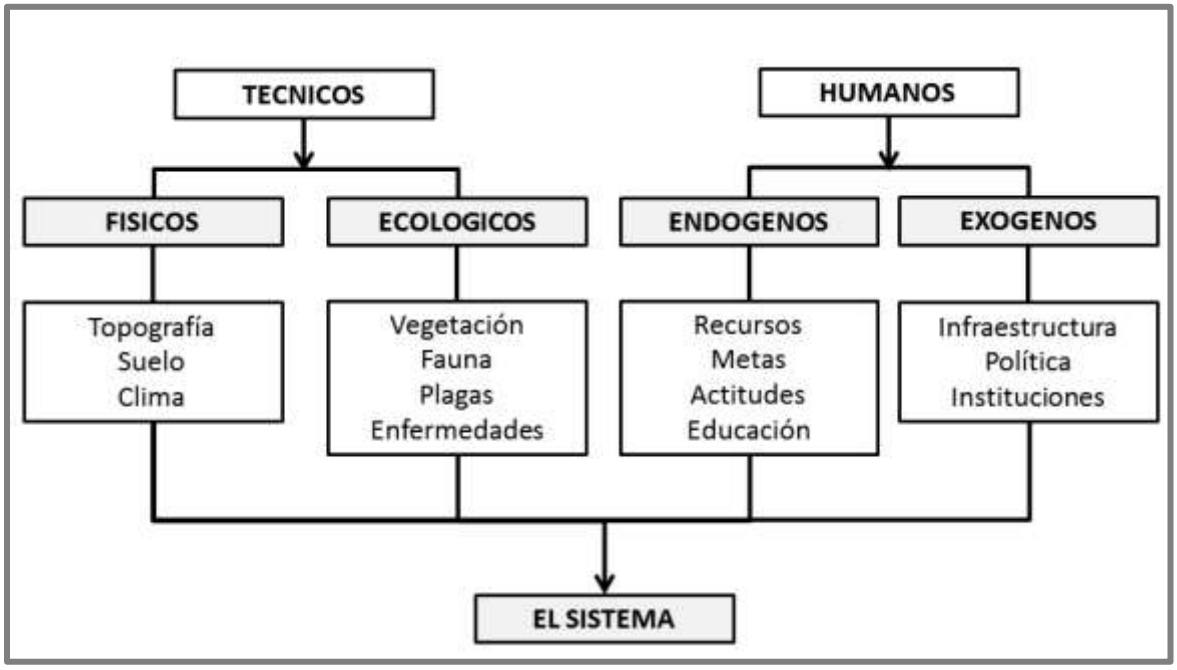


Ilustración 3.5: Interacción de factores que definen un sistema de producción agropecuario.

Fuente: Tomado de Wadsworth (1996)

Los sistemas forestales involucran varios factores que determinan su funcionamiento, entradas y productos; por lo tanto, se identificaron los principales factores a tener en cuenta durante esta investigación; inicialmente se discriminaron dos grandes grupos: Factores Técnicos y Factores Humanos. En el primer grupo, se discriminaron dos tipos: físicos y ecológicos; mientras que en el segundo grupo, los tipos identificados son: Endógenos y exógenos. Se consideraron los principales condicionantes de los SAF para los Factores de tipo Físico: Topografía, Suelo y Clima; mientras que, para los Factores de tipo Ecológicos, se incluyeron los principales componentes del sistema en términos de vegetación y fauna, además de las principales amenazas: Plagas y Enfermedades. En cuanto a los factores Endógenos, se consideraron componentes de la planificación como son, metas, recursos, actitudes y educación, factores muy importantes para un sistema productivo exitoso. De otra parte, se consideraron, la infraestructura, política e instituciones para los factores Exógenos (ver Ilustración 3.5).

Los sistemas agroforestales ofrecen un variado número de especies maderables nativas y agricolas comerciales integradas en la cadena productiva de la madera y de la produccion agrícola y productos basicos para la soberania alimentaria. Las principales fallas en los sistemas de finca agroforestales se deben a la ausencia de manejo tecnico, agroecosistemas envejecidos, ausencia de credito, deficiente sistema de comercializacion y presencia de cultivos de uso ilicito. (Ballesteros, Marco, & Ordoñez, 2006, 2008)

4 MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo, se describen algunos conceptos relevantes para el análisis de las temáticas abordadas al interior de cada documento contemplado en esta investigación, iniciando con la descripción de la Teoría Fundamentada donde se explican una a una las fases que la conforman, seguido de un breve análisis sobre los factores que condicionan los SAF y silvopastoriles, con el que se pudieron establecer las categorías conceptuales establecidas durante el desarrollo de la investigación.

4.1 Teoría fundamentada

Los principios más importantes y distintivos de la Teoría Fundamentada son el muestreo teórico, el método de comparación constante y la generación de teorías substantivas basados en los datos obtenidos en una investigación. Desde un punto de vista holístico, se puede resumir a la TF en microanálisis, codificación y redacción de la teoría (Gaete, 2014).

4.1.1 Muestreo teórico

En la selección de la muestra a investigar, es de vital importancia identificar el grado saturación teórica, que se convierte en el criterio que determina si se continúa con el muestreo teórico o no; la saturación teórica se alcanza cuando la información recopilada no aporta nada nuevo al desarrollo de las propiedades y dimensiones de las categorías de análisis (Ardila & Rueda, 2013).

Con esta estrategia se busca utilizar los datos obtenidos para generar categorías con propiedades relevantes. Las categorías son unidades destacadas que permiten agrupar y organizar la información recopilada, ya sea de carácter teórico o empírico, y tienen como objetivo facilitar la interpretación, análisis y construcción de sentido. Las subcategorías son los elementos que componen las categorías; son conceptos de nivel inferior que aportan claridad y especificidad y además explican la categoría central o medular de la investigación (Ardila & Rueda, 2013).

La categoría central representa el tema central de la investigación; consiste en todos los productos del análisis concentrados en un párrafo, que explica de qué se trata la investigación. Los criterios para determinarla son: (i) Todas las categorías de estudio deben estar relacionadas con ella, (ii) La categoría central debe aparecer en todos o en casi todos los datos, (iii) Los datos no deben ser forzados a pertenecer a esa categoría, (iv) El nombre de la categoría debe ser abstracto de modo que pueda utilizarse en otras investigaciones (Glaser & Strauss, 1967).

El muestreo teórico es el proceso de recolección de datos basado en la codificación y el análisis de la información; su propósito es generar opciones de comparación para determinar los grados de variación de las categorías en sus propiedades y dimensiones. Las comparaciones teóricas consisten en comparar la mayor cantidad de similitudes y diferencias entre los datos para observar las variaciones entre ellos, y así generar las categorías con sus propiedades e interrelaciones. Por último, en la codificación teórica a partir de la que se desarrollan conceptos teóricos de carácter explicativo, incluye la generación de preguntas y respuestas acerca de las categorías y las interrelaciones (Ardila & Rueda, 2013).

Se conoce como Saturación Teórica el momento en el que se considera que la teoría ya está construida, debido a que, si se incluyen datos adicionales dentro de las subcategorías, no aportarán nuevos conocimientos. Por lo tanto, en vez de aportar al desarrollo de la teoría incrementaría el volumen de las mismas, una vez alcanzada la saturación teórica, cesa la revisión bibliográfica y se continúa con el análisis de la información recopilada (Ardila & Rueda, 2013).

Para construir una teoría es necesario que todas las categorías estén saturadas; esto significa que no hay nuevos datos importantes en una categoría, que ésta esté bien desarrollada en términos de propiedades y dimensiones demostrando variación, y que las relaciones entre categorías estén establecidas y validadas (Ardila & Rueda, 2013).

Los criterios que se utilizan para determinar la saturación son: (i) se han analizado y explicado el mayor número de variaciones dentro de la categoría y se ha establecido relación entre las categorías obedeciendo al esquema lógico-explicativo del problema de la investigación, (ii) cuando no hay acceso a otros datos que contribuyan al desarrollo de la investigación, (iii) La

sensibilidad teórica del analista, que es la capacidad de abordar los datos (Ardila & Rueda, 2013).

4.1.2 Codificación abierta de datos

Strauss & Corbin (2002) señalan que *"para descubrir y desarrollar los conceptos debemos abrir el texto y exponer los pensamientos, ideas y significados contenidos en él"*. La codificación abierta es el resultado del examen minucioso de los datos para identificar y abstraer los significados que el texto contiene. Los datos se deben separar, analizar y confrontar en función de sus semejanzas y divergencias.

El producto de la primera codificación es una clasificación mayor o de segundo grado, denominada categoría. A esta tarea se le denomina categorización, y se refiere al resumen de conceptos en vocablos universales (Flick, 2004).

4.1.3 Codificación axial de datos

Es el proceso de identificación de asociaciones entre las categorías obtenidas en la Codificación Abierta y sus subcategorías; dicha codificación se establece por las propiedades y dimensiones de las subcategorías y categorías que se quieren relacionar. Strauss & Corbin (2002) definen esta secuencia de tareas orientadas a la Codificación Axial:

- Ajustar las propiedades de una categoría y sus dimensiones, tarea que comienza durante la codificación abierta.
- Identificar la variedad de condiciones, acciones/interacciones y consecuencias asociadas con un fenómeno.
- Relacionar una categoría con sus subcategorías por medio de oraciones que denotan hipótesis.
- Buscar claves en los datos que denoten cómo se pueden relacionar las categorías principales entre sí

4.1.4 Codificación selectiva de datos

La codificación selectiva es una extensión de la codificación abierta; complementa a esta última otorgándole un mayor nivel de abstracción. El objetivo es determinar una categoría central que integre las categorías y subcategorías obtenidas de la codificación abierta y axial. De esta forma, la categoría central se forma a partir del análisis de los productos obtenidos a lo largo de la codificación y se debe concentrar en términos que den a entender el sentido de la investigación (Strauss & Corbin, 2002). El producto de este proceso es una unidad conceptual en la que coinciden un conjunto de categorías y subcategorías, y esta unidad conceptual refleja la validez de la teoría expuesta por el investigador (ver Ilustración 4.1).

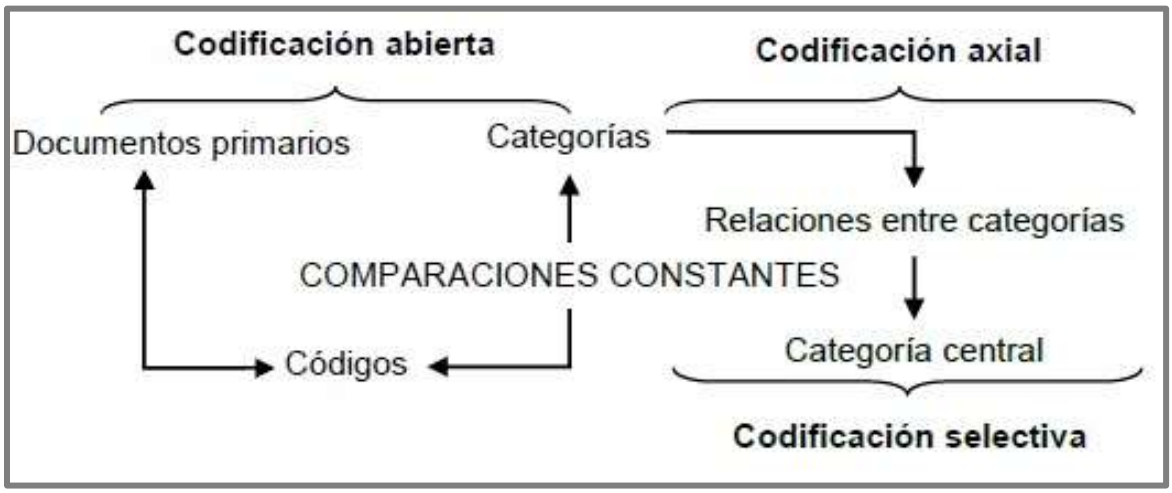


Ilustración 4.1: Proceso de investigación en la Teoría fundamentada.

Fuente: Tomado de San Martin (2014)

4.2 Tipo de investigación

La investigación es un proceso que incluye técnicas de observación, reglas para razonamiento y predicción, y procura obtener información que tenga un fundamento sólido ya sea teórico o experimental para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento (Miler, 2011); el tipo de una investigación se establece como se describe a continuación:

4.2.1 En función del propósito:

- **Básica, pura o teórica:** Su objetivo es la obtención de conocimientos sin tener en cuenta su aplicabilidad; gracias a los resultados de esta investigación se pueden realizar otras investigaciones (Miler, 2011).

- **Aplicada:** Se concentra en encontrar mecanismos o estrategias que llevan a encontrar un objetivo puntual; por ejemplo, curar una enfermedad, cambiar la condición social de una comunidad, innovar en tecnología etc. Pretende ir de las ideas a la acción para generar bienes y servicios útiles que mejoren la calidad de vida (Gomez, 2006).

4.2.2 Por su nivel de profundidad:

- **Exploratoria:** Es la primera investigación o aproximación sobre un tema; indaga aspectos concretos de la realidad que aún no han sido analizados en profundidad y permite investigaciones posteriores de la temática tratada (Gomez, 2006).

- **Descriptiva:** Procura exponer el mayor número de detalles para tener una idea completa de un fenómeno, situación o elemento concreto; no busca causas y consecuencias; más bien mide las características, observa la configuración y los procesos que componen los hechos, pero no hace valoraciones (Gomez, 2006).

- **Correlacional:** Estudia la relación entre dos o más variables dependientes e independientes que pueden afectar un fenómeno estudiado (Miler, 2011).

- **Explicativa:** Se encamina hacia las causas y consecuencias de un fenómeno concreto; no se concentra solamente en describirlo. Se vale de métodos experimentales, correlacionales y de observación directa (Miler, 2011).

- **Predictiva:** Tiene como propósito anticipar situaciones futuras a partir del conocimiento de las condiciones previas; requiere de exploración, descripción, comparación, análisis y

explicación. Su principal función es predecir la dirección futura de los eventos investigados (Miler, 2011).

4.3 Nivel de investigación

El nivel de una investigación se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno o evento estudiado y el tipo de investigación le da dimensión al nivel según los objetivos establecidos. Según la forma como el autor aborda la investigación a partir de técnicas, métodos, instrumentos y procedimientos, se puede determinar el tipo de una investigación. El nivel de una investigación está determinado por el alcance del objetivo general y objetivos específicos. La profundidad de una investigación puede alcanzar los siguientes niveles:

- **Nivel exploratorio:** Se realiza con el propósito de resaltar uno o más puntos de un problema determinado, además de encontrar la mejor manera de cómo enfocarlo (Miler, 2011).

- **Nivel descriptivo:** Es la descripción, registro, análisis e interpretación, mediante análisis. En esta investigación se ven y se analizan las características y propiedades para que, con un poco de criterio, se las pueda clasificar, agrupar o sintetizar para posteriormente, poder profundizar más en el tema. En la investigación descriptiva se trabaja sobre la realidad de los hechos y su correcta interpretación (Miler, 2011).

- **Nivel correlacional:** Mide el grado de relación entre las variables de una población estudiada, midiéndose coeficientes de correlación que no necesariamente sean causales (Miler, 2011).

- **Nivel explicativo:** Mediante este tipo de investigación se busca responder porqué del objeto que se investiga, mediante la recolección de información de fuentes; para ello, se requiere la combinación de los métodos analítico y sintético, en conjugación con el deductivo y el inductivo (Miler, 2011).

- **Nivel predictivo:** Se encarga de la estimación de eventos generalmente adversos, de ocurrencia y se aplican técnicas estadísticas específicas. En este nivel se investiga el pasado (retrodicción), presente (actualidad) y futuro (predicción) del hecho, fenómeno o problema investigado (Terrones, 2016).

- **Nivel aplicativo:** Plantea resolver problemas o intervenir en la historia natural de un fenómeno o tema. Enmarca a la innovación técnica, artesanal e industrial como la científica. Las técnicas estadísticas apuntan a evaluar el éxito de la intervención en cuanto a proceso, resultados e impacto. Para ello debemos identificar los indicadores apropiados (Terrones, 2016).

5 METODOLOGÍA

La metodología adoptada para realizar la revisión bibliográfica se apoya en la Teoría Fundamentada, la cual a partir de una base de datos que contiene el universo muestral de un estudio, permite analizar los contenidos y los alcances que los documentos tienen, ver sus similitudes y diferencias. La metodología se desarrolló en cuatro fases: (i) establecimiento del stock de información, (ii) análisis de contenido, (iii) determinación del alcance de la investigación, y finalmente, (iv) evaluación del avance en investigación sobre SAF y SSP.

Por cada fase de la metodología se obtiene un producto que resulta crucial para iniciar la fase siguiente; el esquema metodológico se divide en tareas o actividades realizadas en el transcurso de esta investigación, localizadas en el extremo izquierdo del esquema; en el lado derecho se muestran los productos obtenidos en cada fase (ver Ilustración 5.1).

5.1 Establecimiento del stock accesible de reportes de investigación

Esta investigación inició con una búsqueda de información en las bases de datos de publicaciones científicas disponibles para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Adicionalmente se han incluido los documentos de investigación que aún no cumplen con las condiciones requeridas para ser indexados en una base de datos científica, pero que aun así, aportan conocimiento; para tal fin se consideró la recolección de todas las publicaciones realizadas por grupos y semilleros de investigación de las instituciones de educación superior, así como la investigación desarrollada por instituciones, agremiaciones y asociaciones que abordan el tema de los SAF en el país (Anexo 2 y Anexo 3).

Se han seleccionado dos (2) ecuaciones de búsqueda: **“AGROFORESTAL + COLOMBIA”**, **“SILVOPASTORIL + COLOMBIA**”. En el caso del Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFÉ, se incluye la palabra “**SOMBRÍO**” como una tercera ecuación de búsqueda; la selección de los documentos al interior de la muestra tuvo en cuenta once (11) factores de análisis; (i) relevancia con respecto al tema de trabajo de esta investigación, (ii) naturaleza de contenido, (iii) autoridad en materia de quienes elaboran la información, (iv) actualización, (v)

autenticidad, (vi) propósito, (vii) formato, (viii) idioma, (ix) origen, (x) accesibilidad y (xi) disponibilidad.

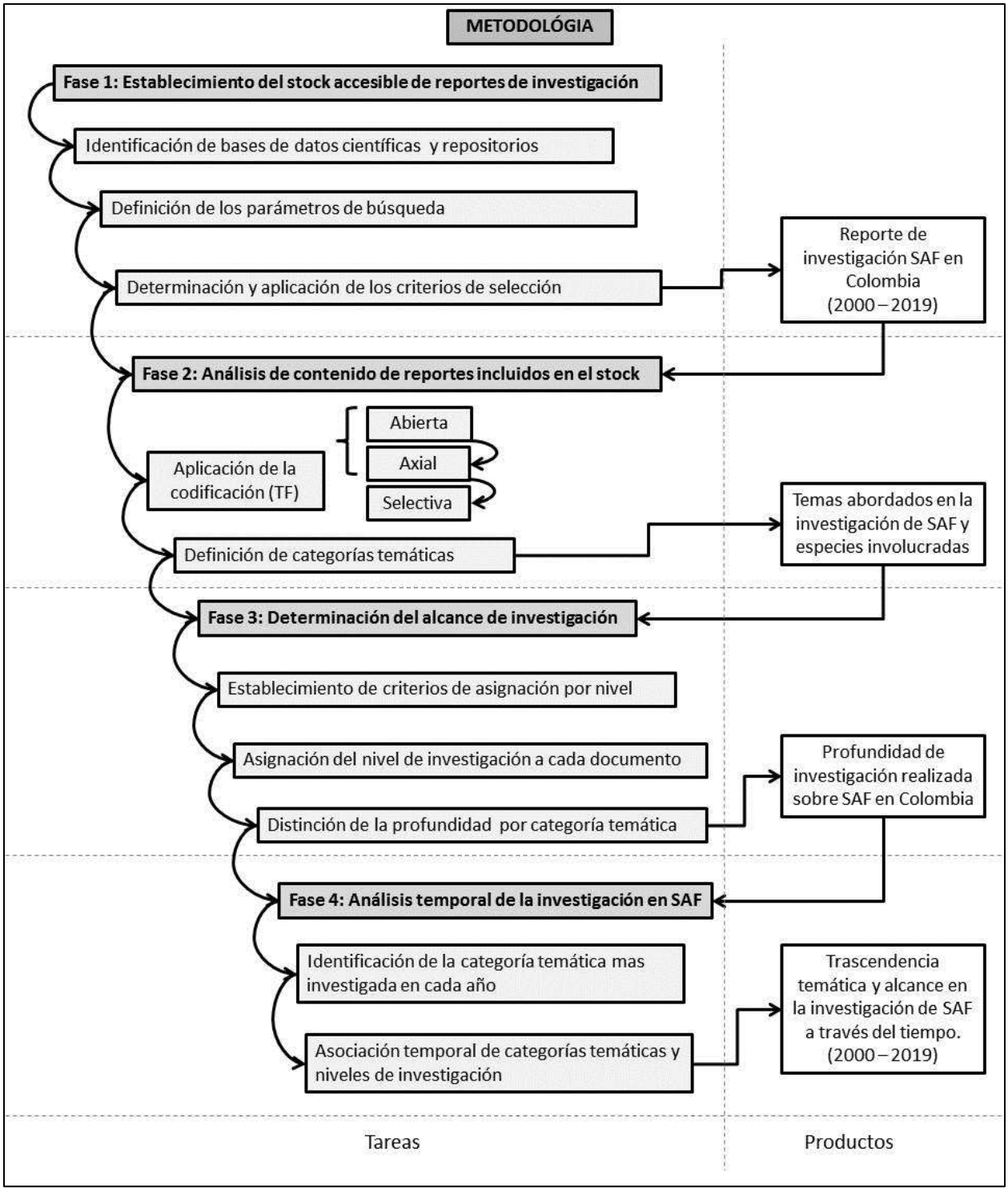


Ilustración 5.1: Metodología de la investigación

La selección de la ventana temporal (2000 – 2019) que encierra los años de publicación de los documentos evaluados se consideró sin tener en cuenta algún criterio para su selección. Se verificó su aptitud por medio de la saturación teórica propuesta en la teoría fundamentada, en donde, según la cantidad de documentos publicados por año, se identificó el momento en el que era irrelevante incluir uno o más años de consulta en la ventana de tiempo seleccionada

Tabla 5.1: Criterios de selección de información.

INCLUSIONES	EXCLUSIONES
- Estudios realizados exclusivamente en el territorio colombiano. - Investigaciones realizadas para varios países, en cuyos resultados se incluye información de innovación para Colombia. - La necesaria inclusión de formato de texto. - Documentos cuyo contenido esté orientado por el método científico, mínimo debe haber información sobre la metodología y resultados	- Trabajos de grado de pregrado - Se excluyen los documentos que no presenten resultados de investigación relacionados con SAF o SSP, aquellos que solo tienen la palabra agroforestal o silvopastoril inmersa en la introducción o en la bibliografía utilizada para la elaboración de dicho documento. - Investigaciones realizadas por colombianos en otros países. - Informes de cifras o boletines técnicos, y cartillas o manuales de implementación y manejo silvicultural de SAF

5.2 Análisis de contenido de reportes incluidos en el stock

Debido a la necesidad de manejar los documentos de forma organizada se creó una base de datos con el fin de clasificar los documentos por cada grupo de actores que publican información, según sean, (i) grupos de investigación pertenecientes a instituciones de educación superior vigentes en Colciencias, (ii) instituciones relacionadas con los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR y Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, (iii) asociaciones y agremiaciones relacionadas con el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, y finalmente (iv) bases de datos científicas con acceso abierto para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Para realizar una primera clasificación de rastreo se han tenido en cuenta las variables: i) Actor, ii) tipo de publicación, iii) localización departamental del estudio, iv) título y v) año. El producto de esta fase es la identificación de los temas abordados al interior de la investigación sobre SAF en Colombia y las especies involucradas.

5.2.1 Codificación abierta

A medida que se registraba la información en los respectivos campos de la base de datos para cada documento se identificó a partir de su contenido, información sobre los temas abordados. Se tuvieron en cuenta las palabras clave o el objetivo general de la investigación, con el fin de generar una idea de posibles categorías y subcategorías; esto permitiría analizar el contenido de las publicaciones y resultaría útil para los pasos a seguir en la teoría fundamentada.

Al avanzar el muestreo se detectó la orientación de las temáticas de los documentos a dos (2) grandes **áreas temáticas** que corresponden a SAF y SSP, permitiendo mayor distinción en los criterios de selección de información establecidos.

5.2.2 Codificación axial

Conceptualmente las dos temáticas abordadas en las investigaciones muestreadas, se discriminaron según la cantidad de tópicos que específicamente se desplegaban al interior de las mismas, determinándose así un total de 30 subcategorías conceptuales que van desde determinantes edáficos hasta, modelamientos multivariados para la definición de condiciones, componentes y distribuciones de los SAF asistidos en su diseño con inteligencia artificial (ver **Anexo 6**), haciendo la pesquisa a través de los descriptores encontrados en los objetivos, resultados presentados y conclusiones a los que se llega en el documento.

Se identificaron 30 categorías al interior de las investigaciones muestreadas. Para cada una de ellas, se determinó el nivel de abordaje, permitiendo establecer del total de los estudios considerados (159), qué proporción de ellos analiza dichas subcategorías. Se hace la salvedad que un mismo estudio puede, como se mencionó anteriormente, desarrollar más de un tópico.

5.2.3 Codificación selectiva

Debido a la cantidad de subcategorías identificadas para poder desarrollar un análisis envolvente, se hizo necesario adelantar el proceso de codificación selectiva. Esta actividad consistió en la asociación de tópicos específicos (30) en once (11) sublíneas de investigación denominadas: categorías que permitieron establecer diferenciaciones claras en temas derivados de los factores que condicionan los SAF y SSP, reduciendo así, de manera significativa, las diferentes áreas temáticas a ser analizadas.

5.3 Determinación del alcance de investigación

El alcance de una investigación se puede definir a partir de la estrategia (el diseño) de la investigación, es decir, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes que integran el estudio (Gomez, 2006), la siguiente fase metodológica se divide en tres (3) secciones: i) Establecimiento de criterios de asignación por nivel de investigación, ii) asignación del nivel de investigación que le corresponde a cada documento y iii) distinción de la profundidad alcanzada en cada categoría temática.

5.3.1 Establecimiento de criterios de asignación

Se adaptó la metodología de Miler (2011) y Terrones (2016), evaluando título, metodología empleada y conclusiones de cada documento con el fin de determinar el nivel de investigación que, en orden de profundidad puede ser exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo, predictivo o aplicativo; donde en el nivel exploratorio se sitúa la investigación menos profunda, y en el nivel aplicativo se encuentra la investigación más profunda (ver ilustración 5.2).

- **Nivel exploratorio:** No tiene lugar en esta monografía debido a que por la ventana de tiempo seleccionada (2000 – 2019) no se han tenido en cuenta los documentos que dan las primeras aproximaciones temáticas de los SAF y SSP en Colombia.

- **Nivel descriptivo:** Documentos que hacen una explicación del comportamiento de una sola variable, que puede estar relacionada con algún factor determinante para el sistema agroforestal o con un componente del mismo nivel.
- **Nivel correlacional:** Estudios que evalúan la relación de dependencia o independencia de dos o más variables (condicionantes o componentes) dentro de un sistema agroforestal.
- **Nivel explicativo:** Los artículos, tesis, y/o otros documentos que alcanzan el nivel explicativo expresan las consecuencias directas de la sustitución de una variable o la combinación de las mismas.
- **Nivel predictivo:** Para efectos de esta investigación, se consideran en este nivel aquellos documentos que trazan las potencialidades del sistema agroforestal y de una variable en términos de un factor condicionante o de determinado componente (especie vegetal y/o especie animal).
- **Nivel aplicativo:** Se ha asignado a las investigaciones que resuelven un problema puntual por medio de la implementación de un sistema agroforestal. También se le otorga el nivel aplicativo a documentos que planean metodologías y soluciones a las dificultades en la implementación, manejo y producción de SAF:



Ilustración 5.2: Niveles de investigación

5.3.2 Asignación del nivel de investigación a cada documento

Además de los criterios de asignación establecidos en la fase anterior, se han evaluado los objetivos de cada documento para determinar con mayor precisión la profundidad de las pesquisas realizadas al interior de cada uno. Adaptando la metodología propuesta por Fernández (1995), se definió a que nivel de investigación pertenecen los objetivos de un documento según los verbos empleados para establecer el propósito de su realización (ver Ilustración 5.3).



Ilustración 5.3: Nivel de investigación según los objetivos del estudio

5.3.3 Distinción de la profundidad alcanzada en cada categoría temática

La calidad de la investigación no está relacionada con la cantidad, es decir, puede existir cierta categoría temática con mayor cantidad de publicaciones y otras con pocas publicaciones, pero la rigurosidad y utilidad no están determinadas por la cantidad de publicaciones sino por la metodología y los objetivos que le dan forma a una investigación. Con el fin de obtener un análisis profundo, al final de la tercera fase de la metodología, se han agrupado los documentos según su categoría temática y se ha hecho una evaluación de los niveles de investigación alcanzados por cada categoría.

5.4 Análisis temporal de la investigación realizada en SAF y SSP en Colombia

En esta fase, se realizó un análisis anual de las tendencias de investigación a partir de las categorías temáticas, con el fin de determinar cuáles son las áreas más estudiadas a lo largo del tiempo y la inclinación de la investigación en los últimos años, como resultado se obtuvo una línea del tiempo que evidencia la tendencia investigativa en el país y la profundidad con la que se han abordado los temas investigados.

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este apartado se presentan los resultados de las cuatro (4) fases planteadas en la metodología (Ilustración 5.1), con una descripción de los principales hallazgos obtenidos en cada fase y su respectivo análisis. Inicialmente se identifican las bases de datos y repositorios de documentos de reporte de investigación en SAF, para focalizar la búsqueda en las entidades e instituciones que han divulgado dicha información; para proceder así, a la identificación de los estudios realizados que sirvieron como base para la posterior selección de información considerada como reporte de investigación en SAF para el siglo XXI, los cuales finalmente fueron clasificados en grandes categorías, categorías temáticas y subcategorías conceptuales por medio de la teoría fundamentada.

Construida la base de datos de trabajo, se procedió a realizar el análisis sobre su contenido para poder establecer los temas más investigados, la especialización geográfica de las investigaciones reportadas a nivel departamental, el enfoque temático de las mismas que permitiese su agrupación según la coincidencia en la orientación de los enfoques, para finalmente establecer las especies vegetales consideradas y con ello su utilización al interior de los SAF. Se incluye la descripción de los aportes conceptuales de los estudios sobre las especies vegetales utilizadas según sea en agroforestería o silvopastoreo.

6.1 Reporte de investigación SAF en Colombia en la ventana de tiempo comprendida entre 2000 – 2019.

De las publicaciones y/o documentos de libre acceso sobre reportes de investigación en agroforestería disponibles en la red, se seleccionaron 159 (ver **Anexo 1**) a partir de la implementación de las ecuaciones de búsqueda establecidas en la metodología y la aplicación de los respectivos criterios de selección definidos para identificar los documentos que se referían a reportes de resultados de investigación en SAF.

Durante esta fase, se muestran los resultados de la búsqueda de documentos relacionados con investigación sobre SAF y SSP, encontrados para la ventana de tiempo seleccionada de 20 años, comprendidos entre los años 2000 y 2019. Se ilustrará la base de datos sobre investigación en

SAF desde la temporalidad y especialización de las publicaciones nivel departamental, finalmente se realizó la identificación de las entidades que generan dicha información.

6.1.1 Temporalidad y localización de las publicaciones

Durante la ventana de tiempo considerada para el presente estudio, el número de documentos es escaso hasta el año 2009 en el que se encuentra un primer pico que supera los diez documentos sobre SAF, sin que se presente un comportamiento constante en dicho incremento, presentándose el mayor número de publicaciones entre el año 2015 y 2019 (ver Ilustración 6.1). Es evidente como el desescalamiento del conflicto armado en la zona rural del país, gradualmente ha abierto la posibilidad de expansión de la investigación agropecuaria, y consecuentemente de la agroforestería. Cabe mencionar que, a partir del acuerdo de paz firmado durante el gobierno de Santos, se generó un enfoque dirigido hacia la inclusión de los actores del conflicto dentro de proyectos productivos y el reemplazo de cultivos ilícitos, tomando importancia los SAF, proceso que marcó la intensificación en la producción científica en éste campo a partir del año 2016.

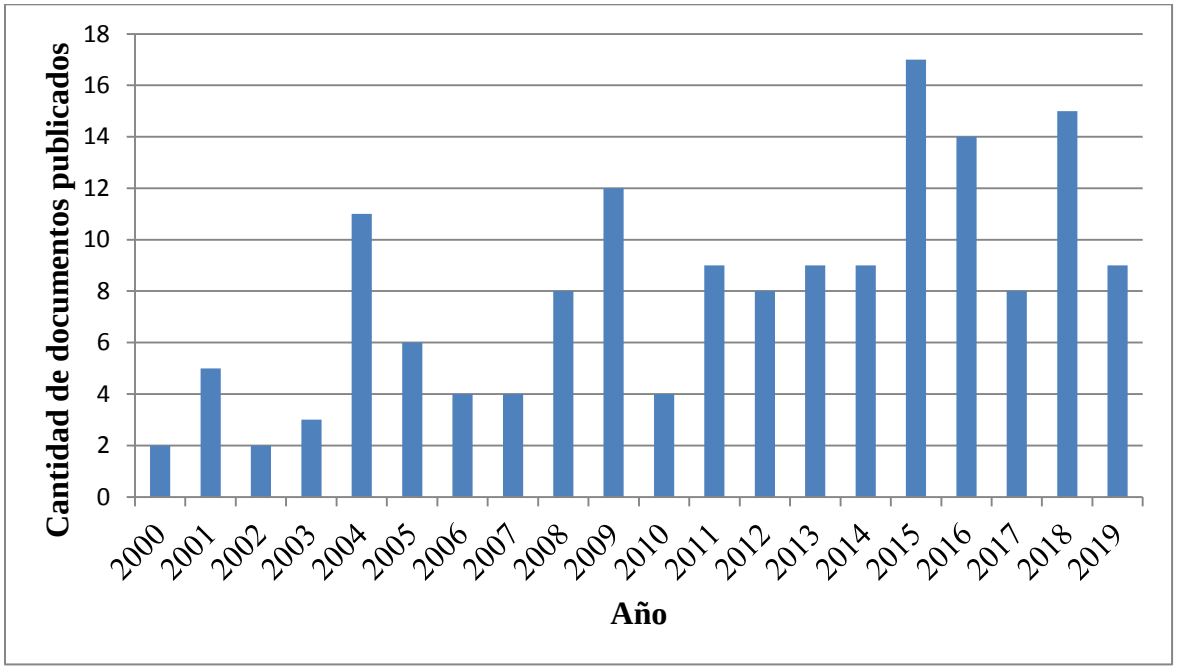


Ilustración 6.1: Cantidad de documentos publicados entre 1999 y 2019.

A pesar de que se ha tenido un incremento considerable de publicaciones a partir de éste año (2009), se debe resaltar que sigue siendo muy poca la producción de nuevo conocimiento sobre SAF, haciéndose necesario, incentivar estudios en éste campo a nivel nacional.

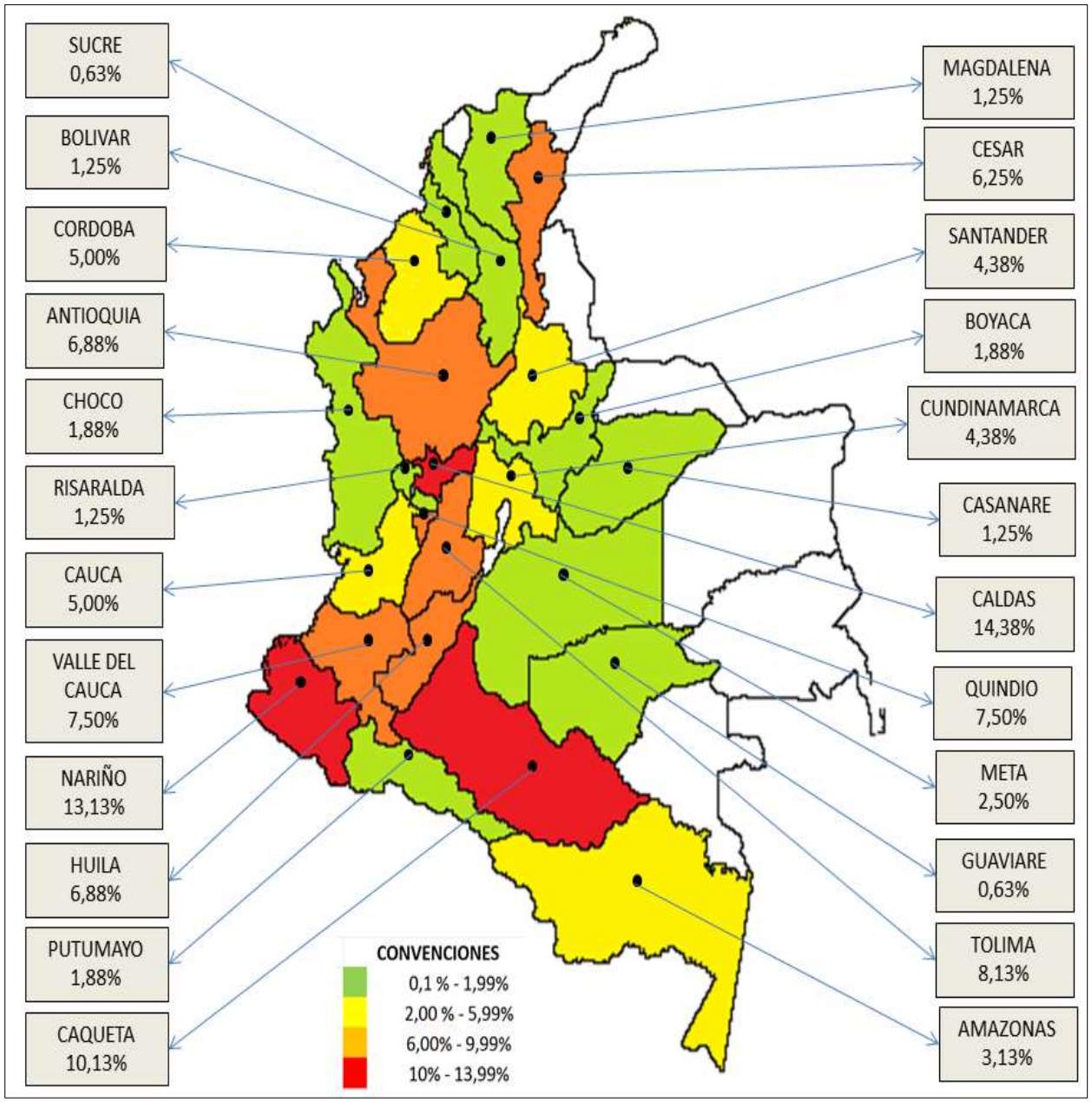


Ilustración 6.2: Porcentaje de estudios realizados en cada Departamento de Colombia.

Las publicaciones de CENICAFÉ tienen un auge a partir del año 2009, dado que entre los años 2009 y 2014 la Federación Nacional de Cafeteros - FNC ejecutó un Proyecto del GEF[1] denominado “Incorporación de la biodiversidad en el sector cafetero en Colombia”, teniendo como agencia operadora para Colombia al Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, que permitió incrementar la investigación en agroforestería, al favorecer la conservación de la biodiversidad en más de 31.000 hectáreas de café con el establecimiento de un número superior a los 387.000 árboles de especies arbóreas nativas, para configurar cerca de 1.022 hectáreas en corredores de conservación (Espinosa & López, 2019).

Los departamentos con más investigación en agroforestería por orden en número de publicaciones son Caldas, Nariño y Caquetá, seguidos con menor proporción de documentos por otros seis departamentos (Tolima, Valle del Cauca, Antioquia, Huila, Quindío y Cesar), siendo siete (7) los departamentos del país, con el Distrito Capital, los que no cuentan con reporte alguno de investigación en agroforestería al interior de su territorio; llama la atención, como entre los departamentos con ningún registro de investigación se encuentran cuatro ubicados al oriente el país, los cuales concentran sus sistemas productivos en la ganadería extensiva y los monocultivos (ver Ilustración 6.2).

6.1.2 Generación de información a partir de instituciones

Del total de reportes encontrados se evaluaron 159 documentos, de los cuales 52 han sido publicados por las asociaciones y agremiaciones relacionadas con el ICA, dos (2) corresponden a instituciones relacionadas con el MADR y el MADS, siendo las universidades las que encabezan la lista de publicaciones consideradas en esta monografía con 105 de los documentos considerados en éste estudio (Ilustración 6.3).

CENICAFÉ, CIPAV y AGROSAVIA han sido los entes de investigación relacionados con el ICA que muestran en la internet haber realizado exploración de carácter científico sobre SAF y SSP, para la ventana de tiempo considerada entre los años 2000 y 2019. actores. Las instituciones con mayor producción de conocimiento en el tema, según el total de publicaciones

[1] Global Environmental Found GEF

evaluadas, corresponden a CENICAFÉ y a la Universidad de Nariño que en conjunto son a nivel organizacional los autores del 37% de las publicaciones consideradas para la elaboración de esta monografía. Cabe resaltar que como era de esperarse son las entidades de educación superior, las que en conjunto albergan el 66,03% de la investigación realizada sobre SAF y SSP en Colombia (ver Ilustración 6.4).

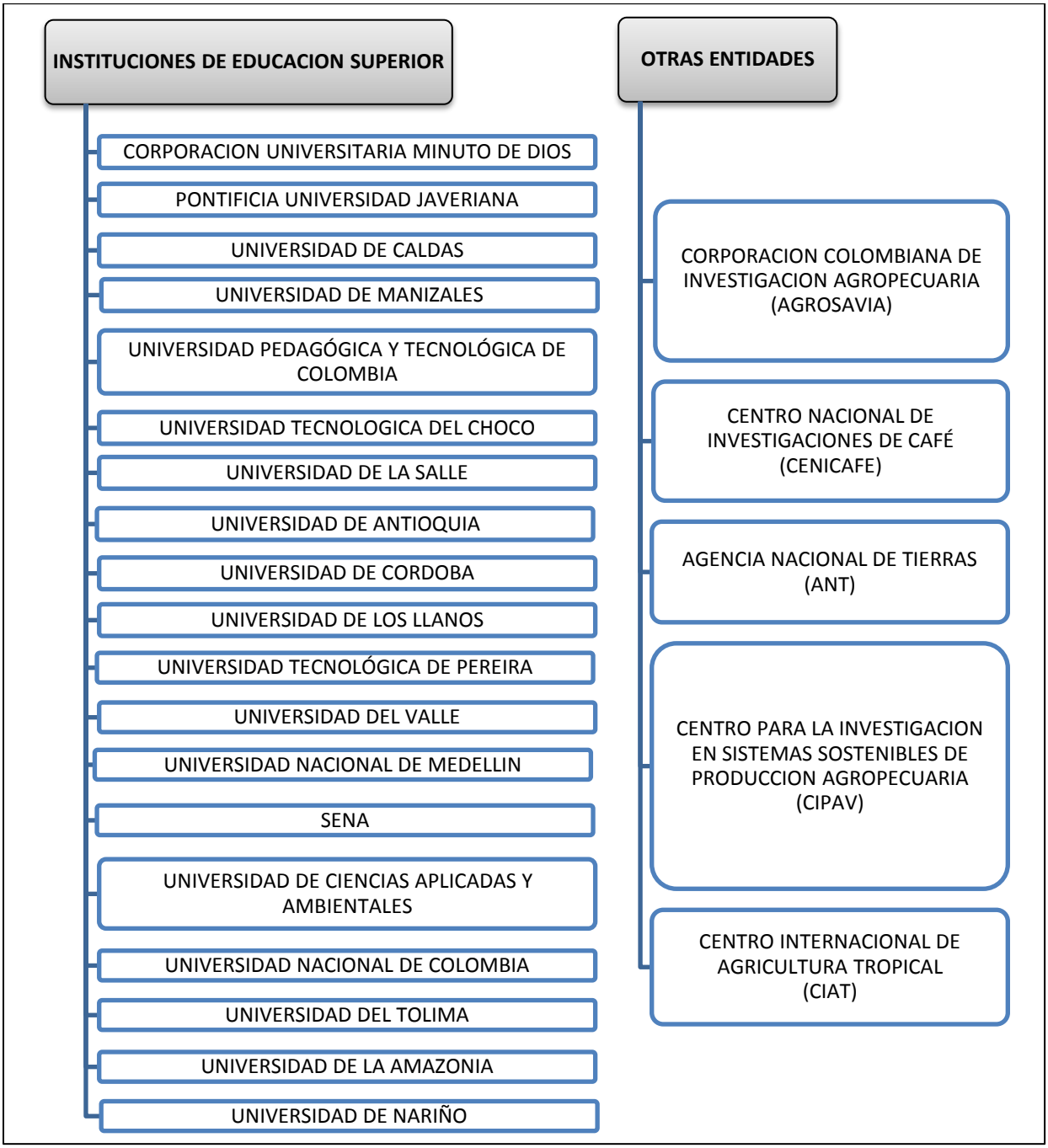


Ilustración 6.3: Actores que publican información.

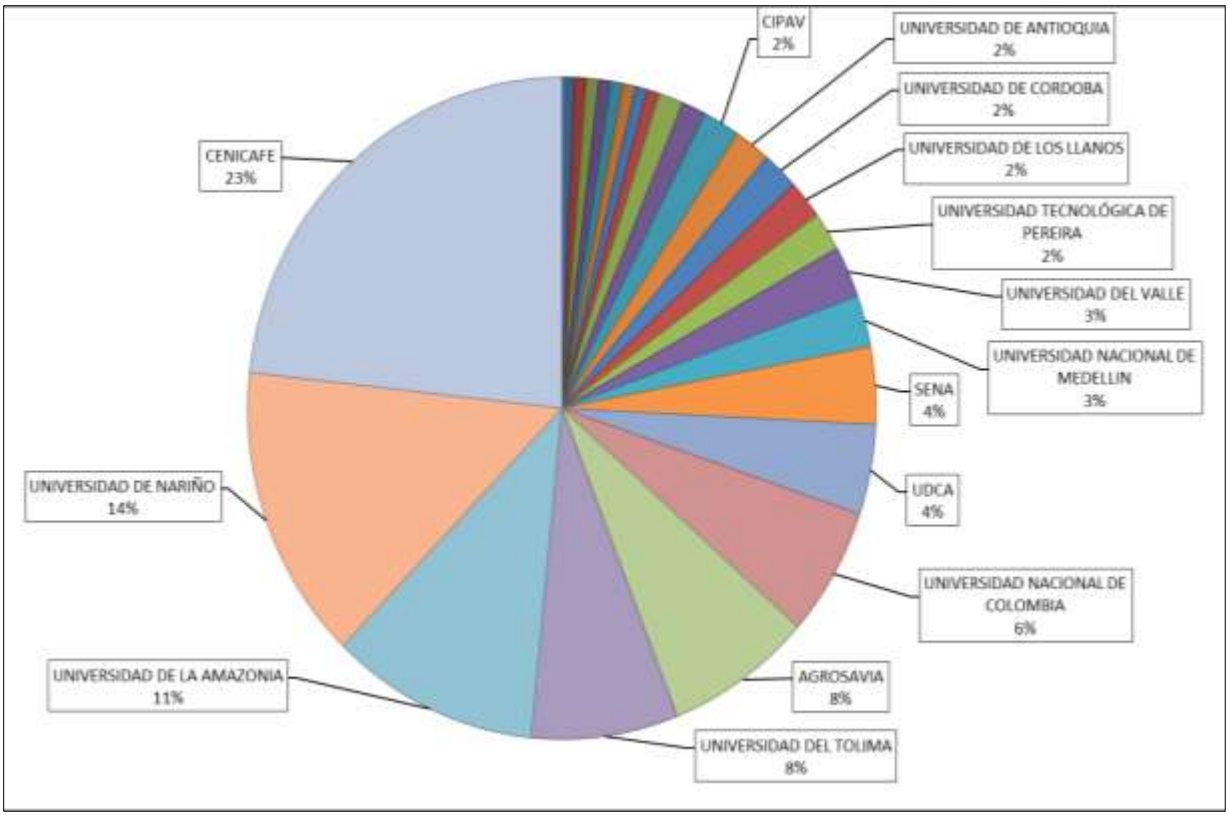


Ilustración 6.4: Porcentaje de publicaciones de los actores.

6.2 Temas abordados en la investigación de SAF y especies involucradas

Esta sección se divide en cuatro partes, en la primera se establecen las temáticas abordadas por las investigaciones consideradas en éste proyecto, según sean de agroforestería o silvopastoreo; en la segunda parte se hizo la profundización temática, donde se seleccionaron 30 subcategorías según el enfoque de los tópicos abordadas; en tercer lugar, se agrupan éstas subcategorías en 11 (once) categorías temáticas en función del enfoque de estudio; en la cuarta y última parte, se identificaron las especies descritas y estudiadas en los documentos seleccionados, con el fin de establecer el stock de especies vegetales involucradas en la investigación de sistemas de producción combinada (SAF-SSP).

6.2.1 Temáticas abordadas en la investigación SAF en Colombia

Se determinaron dos (2) áreas temáticas que permiten realizar una primera tipificación de los documentos encontrados según los componentes del sistema agroforestal estudiado, si corresponden a investigación sobre cultivos agrícolas combinados con mínimo un componente

arbóreo (SAF), o sí se refieren a la investigación sobre sistemas pecuarios combinados al menos con un componente forestal (SSP).

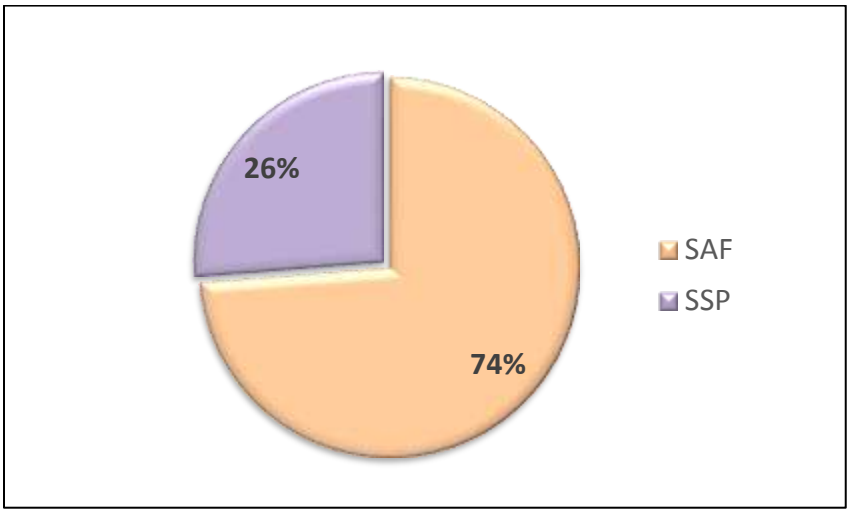


Ilustración 6.5: Investigación desarrollada sobre las grandes categorías temáticas.

La investigación sobre sistemas combinados de producción agropecuaria se ha inclinado hacia los SAF, más de dos tercios de los reportes (74%) se realizan sobre arreglos agroforestales, mientras que, menos de la tercera parte de la investigación se enfoca en SSP (26%), lo que permite inferir la mayor inclinación a la exploración científica en Colombia sobre los SAF (ver Ilustración 6.5), no obstante existir mayor vocación en el uso del suelo hacia la producción bovina en el país, a sabiendas que los sistemas silvopastoriles se considera que contribuyen a mejorar el bienestar, la eficiencia productiva y la eficiencia reproductiva del ganado (Murgueitio, 2003; Navas, 2010). Las especies forrajetas incluidas en los SSP, se caracterizan por ser consumidas con facilidad, lo que aumenta la producción de leche, incrementando la concentración de acidos grasos insaturados (Mahecha et al., 2008; Montoya et al., 2016) y , además, aporta un excelente contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), y otros compuestos que mejoran la digestibilidad, ayudando a bajar el índice de gas metano (CH4) en la implementación de sistemas silvopastoriles sostenibles y rentables (Grisales et al., 2018).

Según un informe de la Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo), el 60 % de la deforestación en Colombia se hace para expandir la frontera pecuaria hacia la

ganadería extensiva (García, 2014), convirtiéndose en un problema de sostenibilidad ambiental para la actividad, toda vez que la producción ganadera se caracteriza por la eliminación de la cobertura arbórea y el monocultivo de gramíneas, que desencadenan cambios en la temperatura, la humedad relativa y la evaporación de los sitos, que pueden limitar la eficiencia productiva y reproductiva de los animales, además de aumentar el riesgo de enfermedades (Navas, 2010).

6.2.2 Discriminación de los reportes en subcategorías temáticas

Los 159 documentos considerados (ver Anexo 1) se clasificaron en dos (2) áreas temáticas: (i) sistemas agroforestales - SAF y (ii) sistemas silvopastoriles - SSP, en cada una de las cuales se identificaron subcategorías según la orientación temática de cada documento, determinados por factores abióticos que condicionan los sistemas combinados de producción, modelamientos asistidos con inteligencia artificial para la definición de entornos, componentes y distribución de los mismos, así como la percepción que en conjunto con el impacto de estos sistemas se tiene a nivel sociocultural. De esta forma se pudieron discriminar quince (15) subcategorías para los reportes referentes a SAF y quince (15) subcategorías en SSP, para clasificar los reportes de investigación encontrados en un total de 30 subcategorías temáticas de investigación (ver **Anexo 6).**

6.2.2.1 Subcategorías temáticas en el área de SAF

Los documentos referentes a reportes de investigación en el área temática de SAF se clasificaron en las siguientes subcategorías temáticas:

- Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas
- Innovación tecnológica en SAF
- Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF
- Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético
- Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica
- Plagas y enfermedades que afectan los SAF
- Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF
- Índices de crecimiento de los componentes del SAF
- Funcionalidad ecosistémica de los SAF
- Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF

- Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF
- Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF
- Caracterización de los SAF según percepción de agricultores
- Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo
- Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo

Bajo el área temática de SAF se encontraron 117 documentos, los cuales se clasifican en las quince (15) subcategorías de investigación definidas, las cuales se ordenaron según su representatividad de acuerdo con la cantidad de documentos en cada subcategoría (ver Ilustración 6.6). Las menos representativas corresponden a los reportes de investigación orientados a "Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas "con dos (2) documentos (ver Anexo 7); seguidamente, se encontraron cuatro (4) subcategorías con un número más representativo de documentos correspondientes a los enfocados en "Innovación tecnológica e informática" con cinco (5), "Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF" con seis (6), "Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético" con seis (6) y "Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica" con siete (7) documentos, (ver Anexo 8, Anexo 9, Anexo 10 y Anexo 11).

Las siguientes subcategorías clasificadas resultan ser más representativas, encontrándose nueve (9) reportes de investigaciones orientadas a "Plagas y enfermedades que afectan los SAF" (ver Anexo 12), diez (10) documentos orientados a la "Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF" (ver Anexo 13), once (11) reportes sobre "Índices de crecimiento de los componentes del SAF" (ver Anexo 14) y "Funcionalidad ecosistémica de los SAF" (ver Anexo 15) en cada una; en las subcategorías de "Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF" (ver Anexo 16)" y "Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF" (ver Anexo 17), se catalogaron doce (12) documentos para cada una. Las subcategorías que presentan mayor recurrencia en los reportes, corresponden a "Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF" con dieciséis (16) documentos (ver Anexo 18), "Caracterización de los SAF según percepción de agricultores" con dieciocho (18) documentos (ver Anexo 19) y "Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo" con 21 reportes (ver Anexo 20) y por último sobresalen las investigaciones referidas a la

“Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y micro fauna del suelo” con 23 documentos (ver Anexo 21).

La respuesta ecológica y fisiológica de la vegetación en sistemas agroforestales, así como la productividad de los mismos evaluada desde condicionantes técnicos, resultan ser subcategorías poco estudiadas en la exploración científica sobre SAF en Colombia, como se evidencia en la baja cantidad de reportes de investigación encontrados para estos temas, no obstante, ser los organismos vegetales no solo los asimiladores básicos de la energía solar, sino también ser los determinantes de las relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del sistema agroforestal, de ahí que para Arango et al. (2009) los sistemas combinados de produccion contribuyen de forma directa a la creación de hábitats y economías diversas. Los estudios que relacionan la productividad con técnicas de implementación y manejo permiten identificar las prácticas óptimas de siembra, poda y fertilización más adecuadas, con el fin de que los sistemas combinados de producción agropecuaria resulten económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles.

La entomología, el impacto en el clima, la tecnología informática y el potencial para convertir carbono inorgánico en compuestos orgánicos son temas poco desarrollados en la investigación agroforestal del país, menos del 6% de los documentos evaluados se concentran en estos temas. Los bajos niveles de investigación sobre sanidad vegetal al interior de los SAF, es quizás resultado del énfasis que se ha hecho sobre la afectación entomológica a especies agronómicas bajo monocultivos; así como también, por los beneficios que las prácticas agroforestales tienen en la disminución del riesgo a contraer plagas y enfermedades. Ademas, el sistema agroforestal implementado puede considerarse como un reservorio de biodiversidad de insectos siempre que sea adyacente a un bosque natural, puesto que podría brindar apoyo a las plantas e insectos nativos asociados con ellos que dependen del hábitat del bosque (Chávez et al., 2015). Pese a la disminucion en la abundancia de insectos que se presenta al transformar una cobertura de bosque en un sistema agroforestal (Neita et al., 2006), existe una compensación en terminos de la relación positiva y significativa entre la abundancia de insectos y la riqueza de especies vegetales que muestra la enorme importancia que tiene la diversidad floral sobre la diversificación de insectos en sistemas agroforestales (López et al., 2013), como en el caso de algunos sistemas

productivos del departamento de Caquéta, donde las condiciones proporcionan condiciones ambientales adecuadas para llevar a cabo las comportamiento de forrajeo de algúnas especies de hormigas (Sanabria & Achury, 2011; Sanabria & Chacón, 2011)

Dado el rol que la agroforestería tiene en el contexto actual en la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático(Ordonez, 2016; Patiño et al., 2018), se hace importante investigar sobre el impacto que tienen los SAF en la temperatura y la humedad relativa (Piñeros & Mora, 2015); así mismo, se debe fomentar el modelamiento de sistemas de producción bajo esquemas agroforestales a través de la implementación de software, no solo por la ayuda que prestan al permitir la visualización del sistema según el deseo de su diseño, permiten especificar la estructura y la conducta del mismo, además de favorecer la toma de decisiones para llevar a cabo las actividades de planeación e implementación de los SAF; sino tambien porque las aplicaciones multimedia y el uso de las tecnologías son las principales herramientas que hoy en día han contribuido a la comunidad educativa a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Leonel & Luna, 2016; Narváez et al. , 2017; Yanqueno et al., 2018).

En suelos de uso agroforestal del departamento de Cordoba se encontraron condiciones de reacción muy ácida, los elementos nutricionales aportados por la materia orgánica, nitrógeno y fósforo se presentan en contenidos deficientes en toda la zona y el contenido de elementos menores como cobre y zinc son deficientes, esto evidencia la necesidad de implementar planes de abonamiento en las primeras etapas de desarrollo. El manejo de un sistema agroforestal no puede estar basado únicamente en los tratamientos silviculturales, sino que se necesita conocer también las características físicas y químicas que influyen sobre el rendimiento del sistema y hasta el momento no se conocen completamente los requerimientos nutricionales y las exigencias de sitio de algunas especies forestales utilizadas ampliamente en programas de reforestación en Colombia (Combatt et al., 2005).

Ademas, en algunas zonas agroforestales de Colombia, los sistemas de gestión agrotecnológica se aplicando sin tener en cuenta las condiciones biofísicas del ecosistema porque las comunidades no tienen suficiente conocimiento de la condición de los ecosistemas. Es decir que la falta de conocimiento por parte de los propietarios y administradores de las propiedades

rurales genera ineficiencias en su administración y gestión y, por lo tanto, pone en riesgo la sostenibilidad de los sistemas y su rentabilidad (De los Ríos & Vélez, 2004). Mora & Holguin (2013) discuten sobre la necesidad de construir una estrategia para poner en práctica algunos métodos cualitativos de investigación en sistemas de producción campesinos, estó coincide con los requerimientos identificados por Ramírez et al. (2013), que se inclinan hacia la necesidad de hacer un acompañamiento de largo plazo con asistencia técnica y financiación para adoptar las diferentes tecnologías agroforestales en un sistema de producción.

Los aspectos que se deberían tener en cuenta para el desarrollo y la investigacion de especies potenciales para los SAF son: (i) identificar las demandas del mercado, ya sean de subsistencia u orientadas al mercado; (ii) identificar clientes y consumidores, y sus percepciones del producto; (iii) trabajar en los aspectos de seguridad alimentaria y nutricional de la especie y dejar que los empresarios se sientan atraídos, en lugar de viceversa; (iv) emprender la mejora de especies en un esfuerzo de tamaño moderado, utilizando un enfoque participativo centrado en las demandas de los clientes; y (v) reevaluar las prioridades constantemente (Clement et al., 2004). Los productores, como producto de su interacción con la naturaleza, sus conocimientos heredados y aprendidos, manejan diversos criterios para la selección de especies de acuerdo a su utilidad (Muñoz et al., 2018).

En un estudio sobre arreglos agroforestales establecidos en el Guaviare, se pudó establecer nuevos elementos de análisis sobre la investigación agroforestal donde el componente forestal es el de mayor peso, una vez cumplen los ciclos productivos, las especies desaparacen o se integran a los procesos de sucesión secundaria transformando los sistemas en arreglos agroforestales de enriquecimiento dando una apariencia final de enriquecimiento forestal sobre rastrojos. Este manejo en el tiempo ha dado un giro a los objetivos del establecimiento, porque en un principio el plan de distribución del arreglo era otro, pero el manejo autóctono ha dado un sentido particular a la agroforestería en la zona. (Giraldo et al., 2013).



Ilustración 6.6: Grado de investigación en las subcategorías conceptuales de SAF.



Ilustración 6.7: Grado de investigación en las subcategorías conceptuales de SSP.

6.2.2.2 Subcategorías temáticas en el área de SSP

Los documentos referentes a reportes de investigación en el área temática de SSP se clasificaron en las siguientes quince (15) subcategorías temáticas:

- Caracterización de los SSP según percepción de agricultores
- Índices de crecimiento de los componentes del SSP
- Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica
- Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP
- Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP
- Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP
- Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP
- Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP
- Plagas y enfermedades que afectan los SSP
- Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP
- Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo
- Funcionalidad ecosistémica de los SSP
- Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP
- Asimilación de forrajes al interior de los SSP
- Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo

Bajo el área temática de SSP se encontraron 42 documentos que fueron clasificados en las quince (15) subcategorías de investigación definidas, las cuales se ordenaron según su representatividad de acuerdo a la cantidad de documentos en cada subcategoría. Según los reportes encontrados, cerca de la mitad de las subcategorías temáticas (7) presentan bajo nivel de réplica de investigación, que corresponden a “Caracterización de los SSP según percepción de agricultores” (ver Anexo 36), “Índices de crecimiento de los componentes del SSP” (ver Anexo 35), “Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica” (ver Anexo 34), “Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP” (ver Anexo 33), “Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP” (ver Anexo 32),“ Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP” (ver Anexo 31) cada una con un (1) documento y

“Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP” con dos (2) reportes de investigación (ver Anexo 30).

Dada la recurrencia de reportes de investigación sobre algunas subcategorías temáticas, es posible considerarlas como ámbitos de investigación en SSP por encontrar más de dos (2) documentos en la información consultada; son cuatro (4) las subcategorías temáticas que alcanzan este nivel, estas son: “Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP” (ver Anexo 29), “Plagas y enfermedades que afectan los SSP” (ver Anexo 28) cada una con tres (3) documentos, “Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP” (ver Anexo 27) y “Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo” (ver Anexo 26) con cuatro (4) y cinco (5) reportes respectivamente.

Las subcategorías temáticas con mayor recurrencia dentro de los SSP son: “Funcionalidad ecosistémica de los SSP” con seis (6) documentos (ver Anexo 25), “Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP” con siete (7) reportes de investigación (ver Anexo 24),“ Asimilación de forrajes al interior de los SSP” (ver Anexo 23) y “Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo” (ver Anexo 22) cada una con nueve (9) documentos. (ver Ilustración 6.7).

De la investigación desarrollada en Colombia sobre los SSP más de la tercera parte se refiere al impacto de éstos sistemas sobre el suelo, así como, los beneficios que traen para el ganado en términos de productividad y asimilación de forrajes; esta orientación puede responder, a la incidencia positiva que los SSP generan en la producción de carne y leche, por favorecer el incremento de la disponibilidad de la oferta forrajera al incorporar pastos mejorados y especies forestales con alto potencial palatable para las especies pecuarias quienes modifican su comportamiento al disminuir el esfuerzo necesario para encontrar alimento y sombra causando un descenso su consumo energético (Polania et al., 2013). Estos sistemas de producción (SSP) también inciden en la calidad de forrajes a lo largo del tiempo, independientemente de las condiciones meteorológicas, e incluso posibilitan el bienestar animal dado que el bovino en este esquema está más tranquilo y fresco por efecto de la regulación térmica (González, 2019).

La conversión de bosques a pastizales conduce a una degradación intensiva de la calidad física del suelo, que probablemente esté directamente asociada con la baja productividad de las tierras. En contraste, la adopción de SSP mejora la calidad física del suelo en áreas previamente ocupadas con pasturas, mostrando mayores beneficios para sistemas más diversificados y de más largo plazo; estos sistemas pueden ser una alternativa para recuperar la calidad del suelo y reincorporar las tierras degradadas a sistemas de producción productivos y sostenibles (Cherubin et al., 2019; Zambrano et al., 2018). La renovación de praderas es una alternativa para el mejoramiento de la productividad, y la rotación del ganado en potreros favorece la captura de carbono dado que las plantas de pasto tienen tiempo suficiente para recuperarse y capturar eficientemente CO_2 de la atmósfera para incorporarlo en la fotosíntesis(Cárdenas et al., 2012). Se requiere de un lapso de tiempo prolongado para evaluar el efecto de los SSP sobre el suelo, las investigaciones cuyo objetivo este encaminado a determinar los cambios químicos y físicos del suelo que trae la implementación de un componente forestal en una pastura, requieren más de 24 meses para observar cambios considerables (Páez et al., 2014).

En un estudio realizado en el departamento de Caldas, se evaluó la diversidad de reptiles en sistemas silvopastoriles y áreas de bosque, encontrando que en el área de bosque se obtuvo el mayor número de especies (18) y mayor registro de individuos (108) en comparación con el sistema silvopastoril (16 especies, 44 individuos); la estructura y composición de reptiles fue significativamente diferente entre la cobertura boscosa y las zonas intervenidas, sin embargo la presencia de cerca del 50% de las especies en los hábitats revelan la importancia de empezar a evaluar los diferentes tipos de coberturas que componen el paisaje e indagar cómo estos podrían constituir un elemento importante para la conservación y manejo de la diversidad en paisajes seminaturales (Flórez & Barona, 2016).

Se hace importante desarrollar más estudios que abarquen la caracterización de los SSP según la percepción de agricultores puesto que las encuestas participativas sobre el conocimiento y la práctica de los agricultores pueden revelar un uso mucho mayor y más deliberado de los árboles en los pastos de lo que se reconoce hasta el momento; preguntar a los agricultores sobre sus conocimientos y prácticas actuales es un requisito previo esencial para que el diseño de la investigación sea acorde a sus necesidades (Cajas & Sinclair, 2001).

6.2.3 Agrupación de las subcategorías temáticas según su enfoque

Las subcategorías de investigación establecidas en la codificación abierta fueron agrupadas en once (11) categorías de investigación para las dos áreas temáticas, seis (6) para SAF y cinco (5) para SSP (ver Anexo 6), determinadas según el condicionamiento que los factores bióticos y abióticos le generan a cada uno de tipos de sistemas, según sean agroforestales o silvopastoriles.

6.2.3.1 Categorías temáticas contempladas para SAF

En el área temática de los SAF, se detectaron seis (6) categorías de investigación que acogen quince (15) subcategorías (ver sección 6.2.2.1). En el caso de los SAF la mayoría de los reportes están encaminados a la productividad evaluada desde los factores que la condicionan, seguido de los documentos de investigación que evalúan la relación entre los elementos que componen el sistema y el suelo. (ver Ilustración 6.8). Las seis (6) categorías establecidas para el área temática de SAF son:

- Investigaciones realizadas según condicionantes de la productividad de SAF (64 documentos)
- Investigaciones realizadas según condicionantes del suelo para SAF (44 documentos)
- Investigaciones realizadas según condicionantes de la vegetación de los SAF (30 documentos)
- Caracterización descriptiva de los SAF (20 documentos)
- Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético (6 documentos)
- Innovación tecnológica en SAF (5 documentos)

La categoría con mayor representatividad por número de documentos es “Investigaciones realizadas según condicionantes de la productividad”, en esta se incluyeron seis (6) subcategorías, correspondientes a aquellas cuyo enfoque se centra en la productividad de los SAF y todos los factores que en ella influyen, que en conjunto suman 64 documentos; las subcategorías consideradas son:

- Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF (12 documentos)
- Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF (16 documentos)
- Índices de crecimiento de los componentes del SAF (11 documentos)
- Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF (12 documentos)
- Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF (6 documentos)
- Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica (7 documentos)

La segunda categoría más relevante corresponde a "Investigaciones realizadas según los condicionantes del suelo", en ésta se agruparon dos (2) subcategorías de investigación que toman el suelo como eje principal, así como, la incidencia de la micro y macrofauna sobre los procesos internos de ciclare de nutrientes. El total de reportes de investigación contemplados en esta categoría fue de 44, cantidad que reafirma la importancia de los SAF como mecanismo de protección y recuperación del suelo, frente a los monocultivos por ejercer presión sobre los nutrientes edáficos que imposibilitan tanto la reincorporación como la disponibilidad de algunos de ellos. La introducción de especies nitrificantes y el aumento de la biomasa, son factores que permiten un manejo positivo del suelo y constituyen una ventaja de los SAF. Las dos (2) subcategorías consideradas en la categoría "Investigaciones realizadas según los condicionantes del suelo" son:

- Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo (21 documentos)
- Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna en suelo (23 documentos)

La categoría "Investigaciones realizadas según condicionantes de la vegetación de los SAF" es la tercera con mayor número de reportes de investigación, incluye tres (3) subcategorías con un total de 30 documentos. El enfoque de esta categoría es el estudio de las especies vegetales, su ecología, caracterización y posibles afectaciones que puedan incidir en el funcionamiento de los SAF. Las tres (3) subcategorías consideradas en esta categoría son:

- Plagas y enfermedades que afectan los SAF (9 documentos)
- Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF (10)
- Funcionalidad ecosistémica de los SAF (11)

La cuarta categoría considerada corresponde a “Caracterización descriptiva de los SAF” que acoge dos (2) de las subcategorías definidas. En esta se incluyen los reportes de investigación enfocados hacia la asistencia técnica, la sistematización socio productiva de experiencias, el monitoreo y la evaluación del beneficio económico de los SAF. Las dos (2) subcategorías, que en conjunto cuentan con veinte (20) documentos, corresponden a:

- Caracterización de los SAF según percepción de agricultores (18 documentos)
- Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas (2 documentos)

La quinta categoría definida en función del número de reportes es “Investigaciones realizadas según condicionantes del clima”, incluye las subcategorías cuyo contenido se basó en el estudio del comportamiento de los SAF bajo diferentes condiciones climáticas, el efecto de estos sistemas sobre su microclima, y la implementación de SAF como medida de adaptación al cambio climático. Para el caso de los SAF, solo hay una (1) subcategoría incluida en esta categoría, que contempla seis (6) documentos, corresponde a: “Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético”.

La última categoría definida para el área temática de SAF, corresponde a la subcategoría “Innovación tecnológica en SAF”, que por su singularidad respecto a las demás subcategorías se eleva al nivel de categoría manteniendo la misma cantidad de documentos (5). Esta categoría se enfoca en herramientas informáticas que posibilitan la modelación y análisis de SAF, facilitando la predicción en el comportamiento de variables para un periodo de tiempo determinado, en pro de generar información efectiva para la toma de decisiones sobre SAF.

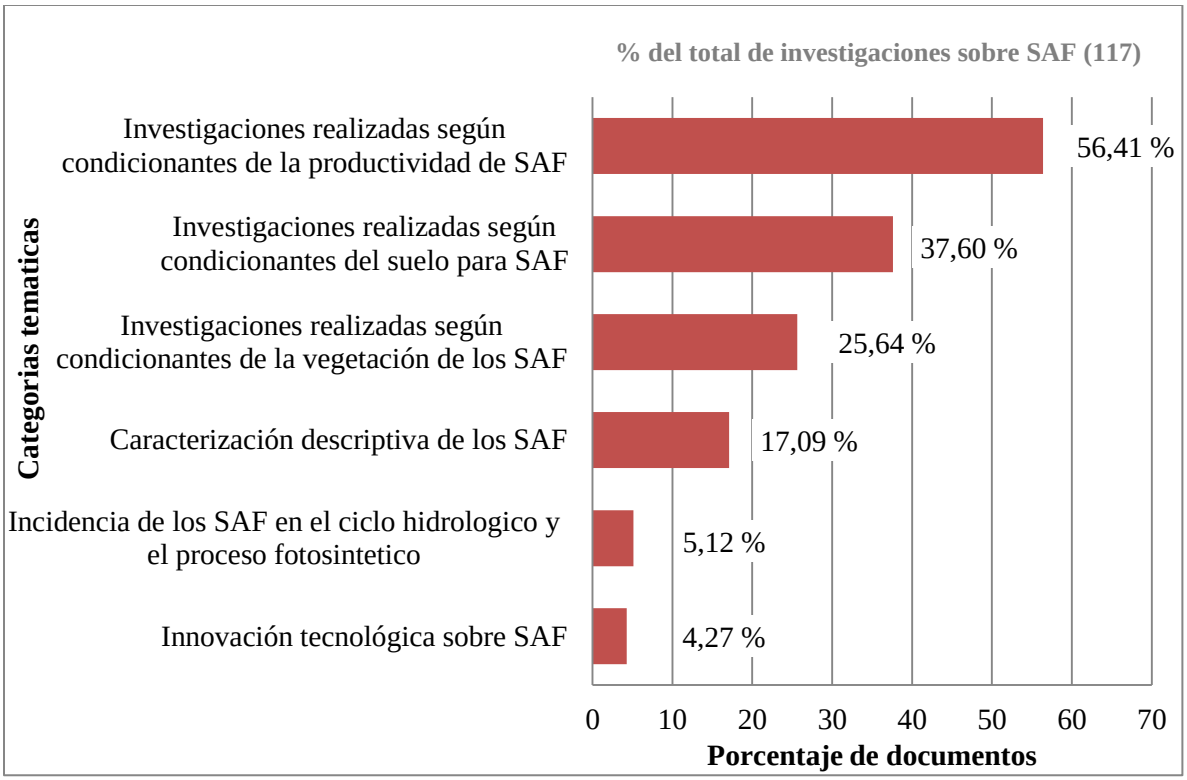


Ilustración 6.8: Grado de investigación sobre las categorías temáticas de los SAF en Colombia.

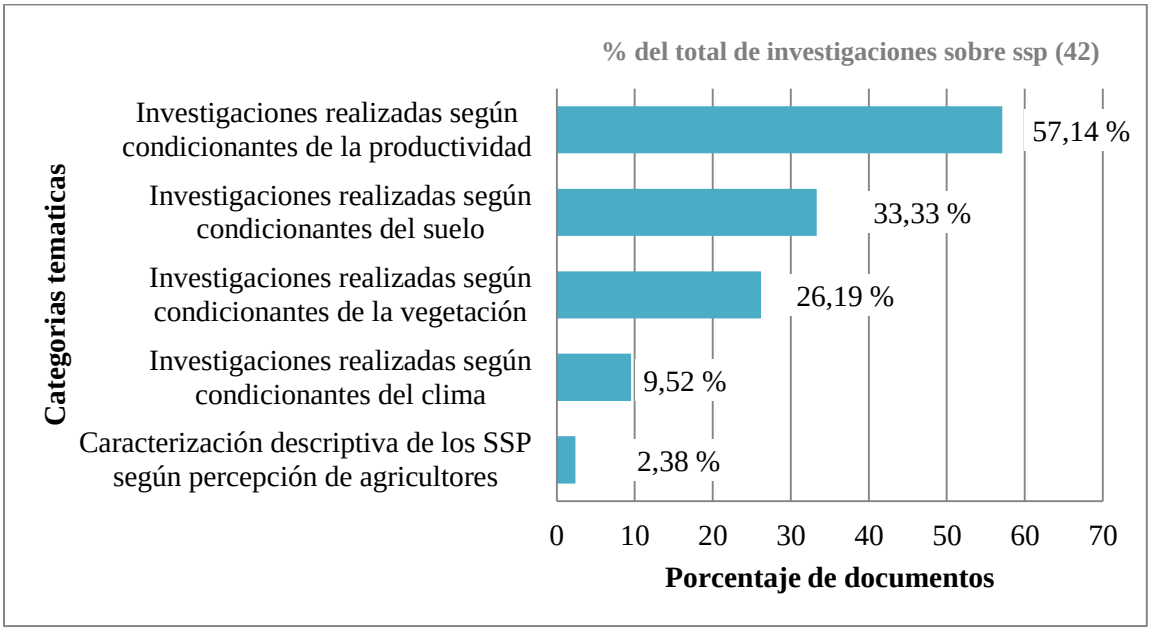


Ilustración 6.9: Grado de investigación sobre las categorías temáticas de los SSP en Colombia.

6.2.3.2 Categorías temáticas contempladas para SSP

Para agrupar las quince (15) subcategorías en las cuales se clasificaron inicialmente los documentos de reporte de investigaciones sobre SSP en Colombia, encontrados en la ventana de tiempo (2000 – 2019), se definieron cinco (5) categorías de investigación en orden de importancia según la cantidad de reportes de investigación, correspondientes a:

- Investigación realizada sobre condicionantes de la productividad de SSP (24 documentos)
- Investigación realizada sobre condicionantes del suelo de SSP (14 documentos)
- Investigación realizada sobre condicionantes de la vegetación de SSP (11 documentos)
- Investigación realizada sobre condicionantes del clima de SSP (4 documentos)
- Caracterización descriptiva de los SSP según percepción de agricultores (1 documento)

En la "Investigación realizada sobre condicionantes de la productividad de SSP", se incluyen las mismas seis (6) subcategorías agrupadas en los SAF con la incorporación de la subcategoría "Asimilación de forrajes al interior de los SSP", que se convierte en una temática muy recurrente, dada la importancia de la determinación en este tipo de arreglos del "Consumo Voluntario de Materia Seca" por los animales, como factor determinante de la capacidad productiva y estado nutricional para seleccionar los forrajes. Las subcategorías contempladas en esta categoría agrupan 24 documentos, correspondientes a:

- Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica (1 documento)
- Asimilación de forrajes al interior de los SSP (9 documentos)
- Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP (1 documento)
- Índices de crecimiento de los componentes del SSP (1 documento)
- Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP (1 documento)
- Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP (7 documentos)
- Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP (4 documentos)

La segunda categoría considerada "Investigación relacionada según condicionantes del suelo de SSP" es abordada en un tercio de los documentos que se clasifican en esta área temática, en total se consideran catorce (14) reportes, se contemplan las subcategorías de:

- Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo (5 documentos)

- Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo (9 documentos)

La degradación de los suelos es uno de los problemas más frecuente en las regiones ganaderas, el uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos en los suelos de estos sistemas de producción podrían tener efectos considerables sobre las especies nativas (Racero et al. , 2017); por esta razón, se dice que la asociación de pastizales con árboles produce efectos favorables, manifestados en la incorporación de nutrientes al sistema suelo-pasto-animal, por medio de la hojarasca de los árboles y del estrato herbáceo; así como, por el traslado de nutrientes desde los horizontes más profundos del suelo hacia los más superficiales, de los cuales dependen las gramíneas. Las investigaciones reportan incrementos en los contenidos de carbono orgánico, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio, en el suelo bajo sistemas silvopastoriles con respecto a los denominados pastos limpios (Martinez, 2013; Martínez et al., 2014; Roncallo, et al., 2013).

La tercera categoría considerada, corresponde a "Investigación realizada según condicionantes de la vegetación" cuenta con once (11) documentos distribuidos en las subcategorías:

- Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP (2 documentos)
- Plagas y enfermedades que afectan los SSP (3 documentos)
- Funcionalidad ecosistémica de los SSP (6 documentos)

Dentro de las múltiples funciones de los sistemas de producción combinada, las más importantes son la diversificación productiva, el ingreso familiar (venta y autoconsumo), usos de la agrobiodiversidad, innovación tecnológica, recreación y multidimensionalidad ecológica, la cual mediante el uso de tecnologías limpias, el uso de coberturas vivas en el suelo, la recirculación de materia orgánica y la conservación de las fuentes de agua, genera impactos positivos sobre la estructura de los agroecosistemas (Melo, 2016). En virtud que los sistemas silvopastoriles son una alternativa para el uso sostenible de los recursos naturales, es necesario identificar especies vegetales multifuncionales para su establecimiento, que sean asimilables para el ganado y de mayor productividad en condiciones de rentabilidad (Escobar et al., 2019). De otra parte, la ganadería extensiva ha afectado significativamente la biodiversidad y conservación de los bosques, por esto, por medio del análisis de la composición florística, riqueza y estructura de

fragmentos de bosque asociados a sistemas de ganadería extensiva, es posible entender procesos ecológicos y la importancia del SSP como estrategia para la conservación de la biodiversidad (Ballesteros et al., 2019).

Las "Investigaciones realizadas según condicionantes del clima en SSP" son temáticas secundarias en el estudio de estos sistemas de producción, se encontraron cuatro (4) documentos que fueron clasificados inicialmente en dos (2) subcategorías correspondientes a:

- Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP (3 documentos)
- Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP (1 documento)

La demostración de la sostenibilidad ambiental de los SSP requiere el estudio sobre el balance general de los gases de efecto invernadero dentro de éstos, puesto que sus componentes arbóreos son capaces de fijar mayor cantidad de CO2 que las emisiones originadas por la fermentación entérica, según el manejo que se haga del estiércol (Arcos, 2016; Buitrago et al., 2018).

La quinta y última categoría definida para el área temática de SSP corresponde a "Caracterización de los SSP según percepción de los agricultores", temática bajo la cual se encontró un (1) solo documento. Lo que evidencia la poca importancia que en términos investigativos se le ha dado al componente socio productivo, esto incide en el reconocimiento de las formas de apropiación sociocultural de estos sistemas de producción.

Dentro de los reportes de investigación sobre los SSP, se encontró que la que mayor cantidad de producción científica se concentra en la productividad y el impacto en el suelo (ver Ilustración 6.9), debido quizás, a que la manutención del ganado significa un desgaste y compactación del suelo, que se convierte en un limitante para la producción pecuaria, haciendo necesario tener un mayor conocimiento frente a la magnitud del impacto y las técnicas de mitigación y manejo del mismo.

En términos de productividad, se sabe que la introducción de especies forestales forrajeras dentro de la dieta del ganado incrementa el rendimiento proteínico. Esto ha generado un gran interés en la cantidad de especies forestales que cuentan con características palatables, por esta razón, es explicable que se hayan generado numerosas investigaciones (19) dentro de esta categoría.

6.2.4 Especies involucradas en la investigación sobre SAF

En los documentos tenidos en cuenta para esta monografía se identificaron 35 especies vegetales abordadas en las investigaciones, de las cuales 20 son nativas y 15 son introducidas (ver Tabla 6.1). El estudio que se adelanta sobre las especies al interior de las investigaciones está orientado al conocimiento acerca de su comportamiento en sistemas combinados de producción, así como, a los beneficios que estas aportan a los mismos. Las especies vegetales con mayor recurrencia en las investigaciones son café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) y guamo (*Inga edulis*), dada la importancia del café y el cacao para la economía agraria del país, y la relevancia del guamo en asocio como sombrío del café. Existe un valioso potencial de varias especies forestales útiles para sistemas agroforestales que hasta el momento no se ha documentado; dichas especies pueden ser aprovechadas para brindar alternativas productivas a los agricultores a parte de las tradicionalmente conocidas como el aliso, eucalipto y acacias.(Muñoz et al., 2013)

Tabla 6.1: Matriz de llenos y vacíos según las categorías conceptuales.

Especie/Categoría	Investigación sobre SAF						Investigación sobre SSP				
	IRSC* del suelo	Incidencia en el C. Hidrológico	IRSC* de la productividad	IRSC* de la vegetación	Innovación tecnológica	Caracterización	IRSC* del suelo	IRSC* de la vegetación	IRSC* del clima	IRSC* de la productividad	Caracterización
Albizia carbonaria **	X										
Alnus acuminata **							X				
Alnus jorullensis **								X			
Borojoa patinoi **				X							
Cariniana pyriformis **	X										
Cedrela odorata **			X		X						
Cenchrus clandestinus ***							X				
Coffea arabica ***	X	X	X	X	X						
Cordia alliodora **	X	X	X		X						
Erythrina fusca **	X	X	X								
Erythrina rubrinervia **	X										
Eucalyptus grandis ***	X	X	X		X						
Gliricidia sepium **		X									X
Gmelina arborea ***	X		X								
Guazuma ulmifolia **							X				

Especie/Categoría	Investigación sobre SAF						Investigación sobre SSP				
	IRSC* del suelo	Incidencia en el C. Hidrológico	IRSC* de la productividad	IRSC* de la vegetación	Innovación tecnológica	Caracterización	IRSC* del suelo	IRSC* de la vegetación	IRSC* del clima	IRSC* de la productividad	Caracterización
Hevea brasiliensis **	X	X	X								
Hibiscus rosasinensis ***									X		
Inga densiflora **		X									
Inga edulis **	X	X	X		X						
Inga sp. **	X	X									
Leucaena leucocephala ***	X						X	X		X	
Leucaena sp ***							X				
Megathyrsus maximus ***							X		X		
Morella pubescens **	X	X									
Musa sp. ***			X								
Pachira quinata **								X			
Phalaris spp ***									X		
Pinus oocarpa ***	X	X	X		X						
Psidium guajava **			X								
Sambucus nigra ***							X				
Tectona grandis ***	X		X				X				
Theobroma cacao **	X	X	X		X	X					
Theobroma grandiflorum **	X				X						
Tithonia diversifolia ***							X				
Tigridia pavonia ***	X										
*Zea mays***							X				

*IRSC: Investigación realizada según condicionantes
**Especie nativa
***Especie introducida

Las especies más investigadas de manera integral son *Coffea arabica, Inga edulis, Eucalyptus grandis, Pino patula* y *Cordia alliodora,* abordadas en cuatro (4) o más categorías temáticas (ver Ilustración 6.10). Para efectos de esta monografía las especies se agruparon en tres (3) clases: (i) Especies más investigadas (involucradas en 4 o más categorías); (ii) Especies medianamente investigadas (abordadas en 2 o 3 categorías); y (iii) Especies poco investigadas (consideradas en una sola categoría). Ésta clasificación permitió presentar de forma organizada los aportes conceptuales encontrados para cada especie en los 159 documentos que hicieron parte de esta monografía.

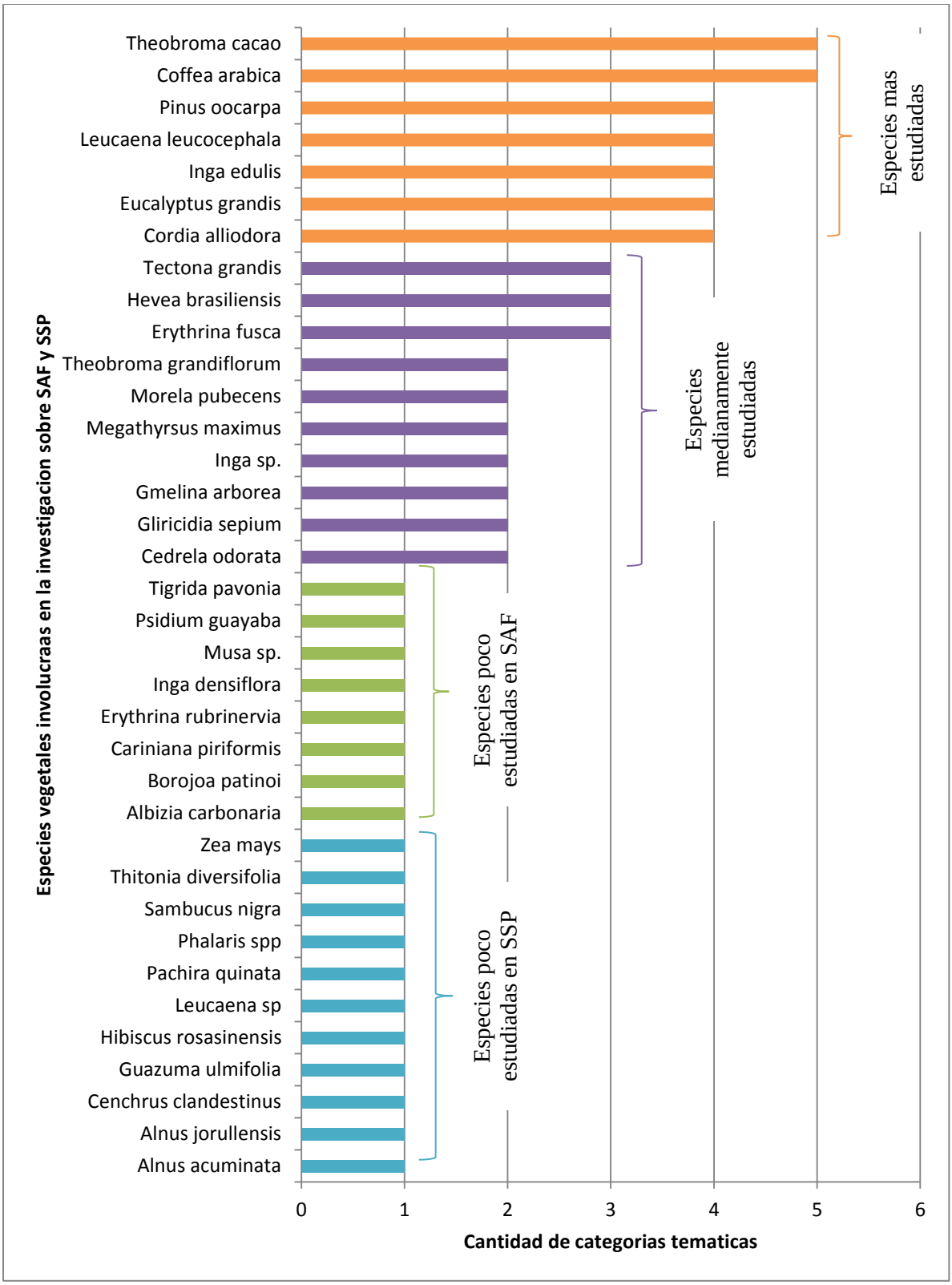


Ilustración 6.10: Agrupación de especies por cantidad de temas estudiados

6.2.4.1 Especies más estudiadas

En esta clase se encuentran seis (6) especies que han sido abordadas desde cuatro (4) o más categorías temáticas de investigación sobre los SAF y/o SSP, de éstas, tres son introducidas (*Coffea arabica, Eucalypus grandis y Pinus oocarpa*), destacándose el café por su importancia agronómica, y las tres restantes son nativas (*Theobroma cacao, Inga edulis y Cordia alliodora*).

- ***Coffea arabica* L.**

La **productividad** cafetera se desarrolla en torno a un conjunto de labores que pretenden mantener la producción estable por un tiempo indefinido; bajo este esquema deben considerarse ciclos de renovación de siete años o más para plantaciones tradicionales con sombrío (González et al., 2009). Existe una relación inversamente proporcional entre la distancia de siembra del sombrío y la producción de café al interior de un SAF (Vega et al., 2014), la sombra en los cultivos de café disminuye la transpiración del mismo, sin embargo, cuando la sombra es más del 40% se reduce la fotosíntesis neta y por ende se ve afectada la productividad del café, cuando el porcentaje de sombra supera el 70% el café presenta problemas de crecimiento (Farfán & Mestre, 2004b; Farfán & Urrego, 2004; Zapata et al., 2017).

En varias fincas de las zonas cafeteras, el sombrío se distribuye de forma aleatoria o sin ningún tipo de arreglo (Navia et al,, 2001; Zapata, 2019), los cafetos que se encuentran bajo el efecto de la sombra organizada producen frutos de mayor tamaño, peso y densidad, con un color más oscuro. El café bajo sombrío genera un rendimiento superior que el sembrado a plena exposición, acompañado de cualidades organolépticas caracterizadas por el aumento del dulzor y acidez. (Castro et al., 2012).

En los departamentos del Cesar, Cauca y Caldas se encontró que la mayor producción de café variedad Tabi se logró en plantaciones con densidad de siembra de 5000 plantas/ha en asociación con *Inga edulis*, el Café Tabi, es una especie que se adapta muy bien a los sistemas combinados de producción (Farfán et al., 2016). Al realizar ensayos con la variedad Castillo, en el departamento de Santander, se encontró que la densidad de siembra con mayor producción es de 10.000 plantas/ha con cualquier densidad de siembra de *Inga edulis* (Farfán & Mestre, 2004a; Farfán & Sanchez, 2016). Según Andrade et al. (2018), los modelos alométricos para estimar la

biomasa aérea del café son más precisos si se aplican por componentes (tronco, ramas y hojas), zonificación y variedad de especie.

La fertilización orgánica también es un factor que determina la productividad de los SAF con café promoviendo la dinámica poblacional de micorrizas, aumenta los niveles de N, P, K y Mg incrementando la producción de café, la limitación o eliminación de la práctica de fertilización orgánica puede traer efectos negativos sobre el cultivo (Farfán & Sanchez, 2014). En la zona centro de Colombia, se encontró que cuando la densidad del sombrío es de 70 plantas/ha el café responde de manera positiva a las aplicaciones de 25%, 50% y 75% de fertilizante. (Farfán & Baute, 2009; Farfán & Mestre, 2004b). En el establecimiento de un sistema de producción de café con el acompañamiento de árboles de sombrío deben elegirse especies leguminosas que permanezcan durante todo el ciclo de vida del café y se debe establecer máximo 70 árboles de sombrío por ha (Farfán, 2019), manteniendo los niveles de sombrío óptimos o adecuados, se producirían secciones de madera, de la parte inferior del tallo, que cumplirían con los estándares para la producción de pisos de madera (parquet), mientras que de la sección superior se produciría madera para ebanistería o elaboración de carbón vegetal. De esta manera se contribuiría a la conservación del bosque nativo (Farfán & Rendon, 2014).

Los sistemas de producción combinada con café tienen repercusiones sobre el **suelo** y viceversa, la densidad aparente- DA y el espacio poroso del suelo son propiedades importantes para el desarrollo y distribución de las raíces, las cuales se ven afectadas con el incremento de la DA (Cardona & Sadeghian, 2005b); en cafetales a plena exposición, la DA y los niveles de poros se reducen (Cardona & Sadeghian, 2005b; Hidalgo, 2016). Los suelos de los sistemas con sombrío tienen valores más altos de porosidad total, humedad y contenido de sodio(Cardona & Sadeghian, 2005d). La cantidad de materia orgánica presente en el suelo, contribuye a la variación de la capacidad de intercambio catiónico- CIC y la DA, si sus valores son muy altos influyen en la cantidad de organismos presentes en el suelo. También se encontró, que los niveles de carbono y ácidos húmicos son mayores en sistemas combinados que en cafetales a libre exposición (González et al., 2008; Sánchez, 2016).

La utilización de indicadores agroecológicos relacionados con la salud del suelo constituyen una herramienta metodológica viable para el monitoreo y evaluación de la sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café. (Bermúdez, 2007). La cantidad de agua del suelo disponible para las plantas, depende en gran medida del número de árboles y de la cantidad de biomasa producida, por ejemplo, hay deficiencias hídricas cuando se cultiva simultáneamente el suelo con café bajo sombrío de Erythrina fusca y con cobertura vegetal muerta. (Farfán & Jaramillo, 2008). La humedad del suelo es mayor en todas las profundidades de los cafetales con sombrío, en este tipo de sistemas se disminuye la pérdida de suelo, conservando así la capa productiva del mismo (Cardona & Sadeghian, 2005b, 2005d; Velásquez & Jaramillo, 2009).

La humedad volumétrica es mayor en los SAF de café, que esta está sujeta a los niveles de precipitación (Poveda et al., 2000). La protección que brinda el sistema no consiste en la interceptación de las gotas de lluvia en el dosel, puesto que allí éstas aumentan de tamaño y caen con más fuerza sobre el suelo, sino en la presencia de la capa de hojarasca que amortigua el golpe de las gotas de lluvia y reduce el efecto erosivo del agua (Cardona & Sadeghian, 2005a). Sin embargo, la aplicación del mulch al suelo no es un factor determinante para la producción del café (Farfán et al., 2008).

Los valores de lavado foliar son mayores en cafetales bajo sombrío que en cafetales a libre exposición solar (Cardona & Sadeghian, 2005c; Cerquera et al., 2015; Jaramillo, 2003), los niveles de pH encontrados en el agua de lavado foliar son de 6,6 para cafetales bajo sombrío de Guamo, 6,3 bajo sombrío de Eucalipto y 6,4 bajo sombrío de Pino (Jaramillo, 2003). La presencia de un estrato arbóreo superior aumenta la cantidad de nutrientes que ingresan al sistema en el agua de lavado foliar, fundamentalmente potasio con valores de 120 kg/ha/año en cafetales bajo guamo frente a 70 kg/ha/año en cafetales a plena exposición solar (Cardona & Sadeghian, 2005a), también ingresan Calcio, Magnesio y nitratos, los cafetales con sombrío obtienen más del doble de Nitrógeno que los cafetales a libre exposición, alcanzando valores cercanos a los requerimientos de fertilización para este elemento (Cardona & Sadeghian, 2005b).

La temperatura del suelo de los cafetales a libre exposición es más alta que la temperatura del suelo bajo sistemas combinados de producción (González et al., 2008), es por esto que la actividad microbiana es mayor en cafetales a plena exposición (Cardona & Sadeghian, 2005; González et al., 2008). La concentración de los micronutrientes presentes en el suelo y la calidad del café tienen una correlación no lineal, elementos como Calcio, Sodio y Aluminio, tienen alta incidencia en la variación de los atributos sensoriales, el nivel de Ca influye en la fragancia y niveles muy altos de Al afectan negativamente la calidad de la calidad del café (Rodríguez et al., 2012).

Con respecto a los condicionantes de la **vegetación,** se encontró que los sistemas combinados de producción influyen sobre la "Muerte descendente del cafeto". El café a libre exposición tiene una incidencia cercana a 20%, se puede reducir significativamente esta incidencia si se combina el café con T*ephrosia sp*, maíz o frijol. La severidad de esta enfermedad es mucho mayor en monocultivos de café que en los sistemas de producción combinados. (Menza & Peláez, 2016).

Las "Llagas radicales" del café, ocasionadas por el patógeno del suelo *Rosellinia bunodes*, son consideradas de importancia económica en la zona cafetera colombiana, debido a que provocan la muerte de los cafetos. La siembra de plantas de café asociadas con *Glomus manihotis*, un hongo biocontrolador, detiene y sanea un foco de infección de llagas radicales. La recomendación práctica para el manejo de focos de "Llagas radicales" en árboles de café consiste en extraer la planta afectada y las vecinas, posteriormente se deben retirar los residuos de raíces para quemarlos fuera del lote evitando la dispersión de la enfermedad (Gutiérrez et al., 2004).

Se ha encontrado diversidad de insectos asociados a las parcelas agroforestales de café, los órdenes que se destacan son Homóptera, Hemíptera y Coleóptera, se trata de plagas comúnmente asociadas al café y al plátano, la presencia de malezas asociadas a estos sistemas de cultivo es un factor relevante para la presencia de estos insectos (Navia et al., 2002). La mosca de la fruta es una plaga que afecta los cafetales, se ha demostrado que si se combinan con especies como *P. guajava, M. indica, C. papaya* e *Inga sp*, puede aumentar las poblaciones de estos insectos, por lo tanto la adecuada selección del componente forestal es un factor de diseño en un SAF de café ((Giraldo et al., 2015).

En la **caracterización** de los sombríos empleados para el Café en algunas zonas de Colombia como el Cairo, Támesis y Santander, la variedad de especies empleadas para sombrío en Santander es mucho mayor (29 especies) que en el Cairo (14 especies) y en Támesis (10 especies). La estructura de los sombríos estudiados es heterogénea, se compone de una especie principal que es la más abundante y de varias especies secundarias cuya abundancia depende de las condiciones ambientales de la zona, para que un sombrío funcione como una herramienta de conservación debe estar compuesto por especies nativas (Sánchez et al., 2007); además, Sánchez et al. (2007) proponen preservar la conectividad entre parches de vegetación natural, para garantizar la diversidad de especies nativas y potenciar los beneficios obtenidos de los bosques.

Los principales condicionantes **climáticos** de los SAF son la calidad y la cantidad de radiación solar que afectan crecimiento, desarrollo, funcionamiento de los estomas y respuestas fisiológicas de las plantas; en las parcelas de café, la disponibilidad de radiación afecta la producción, esta variable se modifica con la implementación de sombrío. La precipitación también es un factor determinante para los SAF, el límite de deficiencia hídrica para el café es de 150 mm acumulados en tres meses continuos con altos niveles de radiación solar, condiciones en las cuales se recomienda establecer los cafetales con árboles de sombrío (Farfán & Jaramillo, 2009; 2008).

La distancia de siembra del café tiene una gran influencia sobre el ciclo hidrológico, cuando se utiliza a altas densidades, debido al efecto de interceptación ejercido por la cobertura vegetal. La retención de agua en puntos específicos del dosel junto con la velocidad, dirección del viento y duración de la lluvia, conducen a que la precipitación efectiva no se distribuya uniformemente al interior del SAF. La relación directa entre la lluvia externa y lluvia efectiva se debe al hecho de que cuando el dosel se satura la fracción de lluvia interceptada se disminuye y tiende a estabilizarse en su valor máximo (Giraldo & Jaramillo, 2004).

Hay variaciones en el costo de producción de café que se deben a la inversión que realiza el productor en tecnología para ser competitivo en el mercado, así mismo, al área sembrada para lograr mayores precios en especial por cafés diferenciados (Ordoñez et al., 2013). En general, los

sistemas de producción combinada con café tienen un Índice General de Sostenibilidad Ambiental (IGSA) que oscila entre 0,5 y 0,7, ubicando a este tipo de sistemas en la categoría de sostenibles (Farfán & Hincapié, 2011). No se encontró que el café sea una especie investigada para ser incluida dentro de sistemas silvopastoriles, por esta razón, no ha sido abordada dentro ninguna de las cinco (5) categorías consideradas para los SSP.

- ***Theobroma cacao* L.**

Los sistemas agroforestales con cacao son considerados como mitigadores del cambio climático por capturar carbono en biomasa, necromasa y suelos (Andrade et al., 2017), dentro de estos SAF, los esquemas de manejo orgánico son una alternativa debido al incremento en el crecimiento y la **producción** en comparación al manejo químico. En general, los parámetros de crecimiento y producción son mayores en un tratamiento a base de sulfato de potasio y Ecocacao, un compostaje preparado con cacota, vástago de plátano, aserrín descompuesto o bagazo de caña, estiércol de bovino, caprinaza o gallinaza, tierra, matarratón, cal, roca fosfórica y sulfato de potasio humedecido con melaza disuelta en agua; siendo este una opción para la fertilización orgánica (Álvarez et al, 2015).

Los SAF de Cacao (*Theobroma cacao* L) y yopo (*Anadenanthera peregrina* Vell) a través de la producción de hojarasca y su interacción con el **suelo** benefician el ciclo de nutrientes, esto se refleja en el alto contenido de P en el suelo. La calidad del suelo en este sistema agroforestal es de 0,4931, determinada en función de densidad aparente, pH, porosidad total y fósforo disponible (Parra & Rodríguez, 2017).

Los SAF de cacao con una cubierta de sombra diversificada tienen un efecto positivo al aumentar las poblaciones de grupos funcionales de geófagos / bioturbadores, así como los macroagregados biogénicos. La presencia de árboles y hojarasca en el suelo son factores determinantes que favorecen la actividad de la macrofauna, lo que les permite actuar sobre el suelo generando estructuras biogénicas al mezclar el suelo mineral con materias orgánicas (Saavedra et al., 2019; Suarez et al., 2015). El contenido de carbono orgánico es mayor en los agregados biogénicos provenientes de SAF con cacao (Rodríguez et al., 2019).

En la descripción de la **vegetación**, se menciona que el cacao se considera una especie tolerante a la sombra, que conduce a tasas relativamente altas de fotosíntesis, crecimiento y rendimiento de semilla debido al sombreado adecuado. Sin embargo, si hay mucha sombra se reduce el rendimiento de semillas y aumenta la incidencia de enfermedades (Álvarez et al., 2015). Los niveles óptimos de sombra en el cultivo de cacao pueden variar según las condiciones climáticas del lugar de siembra, se han evaluado las respuestas fisiológicas del cacao en SAF con diferentes niveles de sombra (intensa, moderada y leve), las mejores respuestas en términos de capacidad fotosintética se ven en el cacao sembrado bajo sombra intensa, se duplica la tasa de asimilación neta de carbono y los individuos alcanzan las tasas más altas de carboxilación y regeneración de enzimas fotosintéticas (Paladines et al., 2017; Suarez et al., 2018). Las plantas de cacao presentan mayor eficiencia fotosintética en condiciones de mayor radiación sin presentar estrés por fotoinhibición, existe una correlación positiva entre la tasa neta de fotosíntesis y la RFA (Suarez, 2017).

El cacao, es una especie abordada integralmente en el área temática de los SAF, sin embargo, no se encontró información sobre condicionantes relacionados con la **caracterización** descriptiva, por ejemplo, no hay información sobre la percepción sociocultural, ni sobre la caracterización empleando herramientas técnicas. Sin embargo, se sabe que cuando se incluye la comunidad en proyectos de implementación de sistemas combinados de producción se pueden obtener resultados satisfactorios y así permitir una fácil adaptabilidad (Ballesteros et al., 2019).

En el departamento del Huila se encontraron 74 especies asociadas al cultivo agroforestal de *T. cacao*, de las cuales diecisiete (17) presentan algún valor de uso directo como frutales o forrajeras que representan un ingreso económico para los propietarios de los predios y/o hacen parte de su alimentación diaria básica; se destaca el papel de las leguminosas en la dominancia de la diversidad florística de este tipo de coberturas. Se requiere de estudios más detallados que permitan diseñar estrategias de manejo idóneas para cada tipo de cobertura según sus particularidades florísticas, con el fin de permitir relacionar los procesos productivos con la diversidad, la riqueza y el uso de estos recursos por parte de los productores (Minorta & Ordoñez, 2015).

En términos de **clima** los SAF modifican las condiciones microclimáticas, por ende, reducen la temperatura favoreciendo la retención y disponibilidad de agua en el sistema. La biomasa subterránea en términos de la presencia de raíces en diferentes horizontes y profundidades de suelo, indica la capacidad de crecimiento de las plantas y biomasa acumulada en capas específicas del suelo, mayor biomasa acumulada significa una capacidad superior para absorber agua y nutrientes del suelo en los estratos más superficiales; es así como, las raíces bajo cacaotales en los primeros 10 cm de profundidad presentan un mayor aporte de biomasa bajo los arreglos agroforestales comparado con el monocultivo de la misma especie (Rico & Suárez, 2018). Las investigaciones con cacao encontraron que los SAF donde se asocia con especies forestales tienen una mayor acumulación de carbono, las asociaciones más conocidas son: iguá (*Albizia guachapele*), cedro (*Cedrela odorata*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y bayo (*Acacia glomerata Benth*) y frutales, como jobo o ciruelo (*Spondias mombin*), papayo (*Carica papaya*) y aguacate (*Persea americana*). (Marín et al., 2016).

Álvarez et al. (2012), plantean una estrategia para la realización del diagnóstico en arreglos agroforestales con cacao, realizaron simulaciones con el software SExI-FS para identificar las interacciones y proponer alternativas en el manejo de la estructura de los arreglos agroforestales, obtuvieron varias conclusiones, entre ellas, que cuando la disponibilidad de nutrientes es un factor limitante, se hace necesario aumentar el nivel de sombra, ya que existe una correlación positiva entre la producción de cacao y la disponibilidad de luz, el nivel de cobertura se debe aumentar a un 30% que es el nivel ideal de sombra para cacao.

El cacao no fue investigado desde ninguna de las categorías de los SSP, por lo cual no se encuentra incluido dentro de sistemas silvopastoriles en ninguna de las cinco (5) categorías consideradas para ésta área temática.

- ***Inga edulis* Mart.**

Se han estudiado los efectos de la inclusión de esta especie dentro de sistemas combinados de producción agrícola con café, encontrándose que la presencia de la especie impacta positivamente los niveles de **producción**, el valor óptimo estimado de sombra es de 35% con

densidades de siembra que no superan los 70 árboles por ha, asegurándose en los estudios, que por encima de ésta densidad decrece la producción de café (Farfan & Baute, 2010).

La aplicación de mulch en sistemas combinados de *I. edulis* y *C. arabica* genera un ligero incremento en la producción del café (Farfán et al., 2008). La presencia de guamo aumenta la producción de biomasa aportada al suelo, elevando los niveles de humus dado el considerable contenido de ligninas (19%) en el material vegetativo de la especie, biopolímeros cuya estructura es lo suficientemente recalcitrante para ser sintetizada fácilmente por un amplio número de microorganismos del suelo, atributo que las postula como materia prima para la humificación (González et al., 2008).

La meso y micro fauna presentes en el **suelo** aumentan las tasas de descomposición de la MO, en sistemas combinados con cafetales se registraron niveles de descomposición de la hojarasca del guamo entre un 44% y 57%; sin embargo, los suelos con altos contenidos de arcilla (>30%) ocasionan que las bacterias gramnegativas y las anaeróbicas superen en abundancia a otros organismos como los hongos, lo cual conduce a que en algunas investigaciones sugieran que con la baja diversidad de organismos se podrían disminuir las tasas de descomposición. Los aportes de materia orgánica aumentan al 5% cuando se utiliza *Inga edulis*, y el contenido de fósforo y azufre se concentra alrededor de los 11 mg/Kg (Gutiérrez, 2014).

El guamo responde apropiadamente en un SAF con asocio de café si el productor cuenta con los recursos humanos y económicos para el manejo del componente arbóreo, puesto que se debe mantener el nivel del sombrío en el rango óptimo, de lo contrario se afectará el crecimiento y el área foliar del Café (Farfán et al., 2016). Ésta especie hace un mayor aporte de carbono al suelo comparado con la *Mussa sp*. La mayor cantidad de biomasa en el guamo se encuentra acumulada en el tallo inferior y la raíz, sin que existan evidencias estadísticas para demostrar la relación directa entre la edad y el porcentaje de carbono en cada órgano de la planta evaluada (Arias et al., 2014).

En la categoría temática asociada a los condicionantes de la **vegetación** se encontró que el guamo, con una abundancia relativa de 30%, es el sombrío principal de algunos SAF sembrados

en la zona norte de Colombia (Santander); los sombríos plantados, pueden tener una especie principal que es la más abundante, la cual determina la estructura del dosel y del sombrío general (Sánchez et al., 2007).

Uno de los limitantes del **clima** es la radiación solar directa, frente a la cual, la producción de biomasa del guamo ofrece protección al suelo, lo que permite que se mantengan los niveles de humedad impidiendo la pérdida de agua del suelo por evapotranspiración (González et al., 2008); además, la cobertura vegetal actúa como una barrera que lentifica el proceso de entrada de lluvia al sistema y también reduce la velocidad de caída de las gotas, permitiendo un drenaje lento desde el follaje, que favorece la percolación y reduce la escorrentía. Dentro de los estudios de percolación, se encontró una gran variación entre la calculada y la medida, ya que la primera no considera el impacto de la hojarasca, el cubrimiento de arvenses y las condiciones iniciales de humedad del suelo. Lo que convierte al sombrío en un importante regulador de las pérdidas hídricas y un amortiguador del efecto de períodos prolongados sin lluvia y de los fenómenos de evaporación (Giraldo & Jaramillo, 2004)

La categoría de **caracterización** de los SAF no fue considerada en ninguno de los documentos considerados en esta investigación, donde se hace alusión a la especie *Inga edulis;* además, pese a las propiedades forrajeras de la especie, no se encontró alguna mención de la misma en arreglos silvopastoriles, razón por la cual no ha sido catalogada en ninguna categoría relacionada con investigaciones en SSP.

- ***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken**

Ésta especie se ha estudiado principalmente como un componente que aporta sombra en los SAF con café, cuando el porcentaje de sombra supera el 70% se crea una relación inversamente proporcional afectando el crecimiento del *C. arabica*. En termino de **productividad,** el rendimiento medio del cultivo a libre exposición se reduce en un 39% respecto al café bajo sombrío de nogal (Farfán & Urrego, 2004). En una investigación se determina como, existe una relación entre el área basal y el área de sombra de los árboles de nogal cafetero, que hace posible determinar el volumen potencial de madera según el área de sombra proyectada por el dosel superior al estrato bajo (Andrade & Segura, 2017).

Con respecto al **suelo**, las concentraciones de materia orgánica y los niveles de elementos esenciales (N, P, K) son más altos en los suelos bajo cultivos de café asociado con nogal cafetero (Cerquera et al., 2015), reduciendo con el tiempo los niveles de Calcio y haciendo que los de magnesio permanecen constantes (Farfán, 2010).

Respecto a los condicionantes de la **vegetación**, la copa de los árboles de *C. alliodora* presenta una oclusión del 0,79, es decir que la copa permite el paso del 21% de la radiación directa al estrato inferior, información clave para el diseño y manejo de la sombra en sistemas forestales y agroforestales que incluyen esta especie (Andrade & Segura, 2017).

La **percepción** que tienen los agricultores sobre el nogal cafetero, no fue plasmada en ninguno de los documentos evaluados, sin embargo, es una especie conocida por ser utilizada de manera frecuente en asociaciones con café, a juzgar por la amplitud temática desde la que ha sido abordada.

Las variaciones de las condiciones climáticas afectan la fotosíntesis de esta especie, cuando aumenta la Radiación Fotosintética Activa en horas de la mañana, la transpiración aumenta a medida que incrementa de la fotosíntesis neta. Los valores de RFA interceptada en esta especie son heterogéneos, el nivel de sombrío aumenta con la edad de la plantación, así que, si no se hace el respectivo manejo de los árboles se puede afectar el desarrollo de las plantas a las que sirve de sombrío (Farfán et al., 2003). El porcentaje de interceptación de la RFA en los cultivos de café con nogal como sombrío está entre el 61% y el 75,7% cuando la densidad de siembra del componente forestal es de 278 individuos por hectárea (Farfán & Urrego, 2007).

La interceptación de la lluvia en sistemas combinados con esta especie es considerablemente mayor debido a la continuidad del follaje (Velásquez & Jaramillo, 2009). La incorporación de CO2 está directamente relacionada con la eficiencia de uso del agua, donde el efecto de la transpiración se ve reflejado en la producción de biomasa. La *Cordia alliodora*, es más eficiente en términos de incorporación del CO2 y en el uso del agua, que las especies *P. integrifolia* y *V. cymosa*, permitiendo mayores tasas de crecimiento (López et al., 2001).

El nogal cafetero posee un alto potencial como especie prometedora para el desarrollo de **SSP** debido a su abundancia, regeneración natural, adaptabilidad a las condiciones ecológicas dentro de los pastizales y también porque su madera tiene un importante valor comercial (Camargo et al., 2005).

- **Eucalyptus grandis W.Hill**

El eucalipto se ha estudiado ampliamente como un componente dentro de los SAF con café, esta especie es efectiva en los asocios porque no aumenta el nivel de sombra a medida que crece la plantación, gracias a la arquitectura foliar de la especie. No hay relación entre el porcentaje de sombra y la **productividad** del café (Farfán et al., 2003; Farfán & Urrego, 2004).

La presencia de esta especie no afecta la capacidad de intercambio catiónico, ni las cantidades de limos, arcillas y arenas presentes en el **suelo**. En profundidades menores a 30 cm, la asociación de café con eucalipto presenta coeficientes negativos de correlación entre los contenidos de MO en el suelo y el número de años transcurridos. Los niveles de Nitrógeno, Calcio y Potasio disponibles en el suelo disminuyen a lo largo del tiempo, mientras que los niveles de fósforo aumentan, en tanto que, los niveles de magnesio permanecen constantes y no se ven afectados (Farfán, 2010).

En SAF con diferentes especies de eucalipto, se encontró que después de 12 años de establecidas, el pH en los primeros 30 cm del suelo tiene una correlación inversa con el aumento en la edad, considerando que la distribución y la abundancia de la especie alteran el patrón espacial y temporal de la acidez del suelo (Farfán, 2010).

Respecto al comportamiento de la **vegetación** se sabe que el eucalipto es un árbol que puede alcanzar grandes dimensiones, tiene la particularidad de producir brotes indefinidos y yemas desnudas, lo que le permite crecer continuamente y producir nuevos órdenes de ramas mientras subsiste en condiciones favorables para su desarrollo. Es muy utilizado en el establecimiento de cercas vivos, división de potreros y barreras rompevientos, con la finalidad de proteger los suelos, los cultivos y los pastizales. El E. grandis se ha sembrado en combinación con café en la

modalidad de sombrío productivo, sin observarse variabilidad en su crecimiento, debido a la arquitectura homogénea que posee, ofreciendo sombrío constante benéfico para los cultivos de café (Farfán & Urrego, 2004).

En términos de condicionantes del **clima**, se encontró que el porcentaje de interceptación de la RFA en los cultivos de café con eucalipto como sombrío, es del 58,5%, es decir que con el uso del eucalipto más de la mitad de la radiación capaz de producir actividad fotosintética en las plantas llega al café (Farfán & Urrego, 2004).

No se encontró una **caracterización descriptiva** definida para el comportamiento del eucalipto al interior de los SAF en los documentos evaluados. Para los SSP, el eucalipto no es una especie atractiva debido a que no representa una fuente de alimento para el ganado, sin embargo, podría ser utilizada para dividir los potreros, no obstante, no se encontró que esta especie haya sido investigada dentro de las categorías temáticas de SSP.

- ***Pinus oocarpa* Schiede**

Esta especie se ha abordado como un sombrío de los cafetales, la **productividad** del café se ve afectada negativamente cuando el porcentaje de sombra supera el 70%, en tanto que la distribución de la cosecha del café bajo sombrío de pino es del 40% en el primer semestre, y del 60% el segundo (Farfán & Urrego, 2004).

En un estudio de la influencia de una asociación de café y pino sobre el **suelo**, se encontró que la presencia de esta especie (pino) no tuvo influencias sobre la CIC, ni sobre las cantidades de limos, arcillas y arenas presentes en el suelo. En profundidades menores a 30 cm, los coeficientes de correlación entre los contenidos de MO en el suelo y el número de años transcurridos, son de 0.10 en las asociaciones de café con pino, es decir, que a medida que pasa el tiempo, aumenta la cantidad de MO presente. Cuando la profundidad supera 30 cm, los contenidos de MO son menores en esta asociación, comparados con la asociación café-nogal. También se encontró que los niveles de Nitrógeno en el suelo aumentan a lo largo del tiempo cuando se incorpora el pino como un sombrío en el SAF (Farfán, 2010).

En cuanto al fósforo, los niveles más bajos de este elemento se han encontrado en los suelos con asociación de café y pino, igualmente los niveles de potasio disminuyen con el tiempo igual que los niveles de Calcio. Los niveles de magnesio y aluminio permanecen constantes y no se vieron afectados (Farfán, 2010).

Respecto a la categoría temática de **vegetación**, el pino presenta gran variabilidad de crecimiento en los primeros estadios del SAF, lo cual está asociado a la distribución de los árboles de esta especie en el asocio, así como a la ubicación geográfica de la parcela. El nivel de sombrío aumenta con la edad del cultivo (Farfán et al., 2003).

No obstante, el pino ser una especie apreciada forestalmente, no se encontraron en los documentos estudiados la **caracterización descriptiva** de la especie al interior de los SAF.
La radiación solar es una limitante del **clima**, encontrándose que el porcentaje de interceptación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) en los cultivos de café con pino como sombrío esta entre el 29,3% y el 69% (Farfán & Urrego, 2004). Los valores de RFA interceptada de esta especie son heterogéneos, que aumentan con la edad de la plantación debido al incremento en el nivel de sombrío, por lo tanto, si no se hace el respectivo manejo de los árboles, el desarrollo de la especie que recibe el sombrío se ve afectado (Farfán et al., 2003).

El Pino no es una especie que se haya considerado potencial para ser incluida en los SSP, sin embargo, podría ser utilizada para dividir los potreros para que el ganado no se disperse. No se encontró que esta especie haya sido mencionada dentro de las categorías del área temática de SSP.

- **Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit**

Se han estudiado los efectos de la inclusión de esta especie dentro de los sistemas combinados de producción de café. La presencia de *L. leucocephala* impactó positivamente en los niveles de producción del grano, con un rango óptimo de interacción entre las especies del 24% al 28% (entre 90 y 100 árboles por ha), por encima o por debajo de estos rangos, decrece la producción (Farfan & Baute, 2010).

El guaje (L. leucocephala) es una especie empleada principalmente dentro de los sistemas silvopastoriles debido a su potencial palatable, encontrándose solo referencias a su producción en SAF, en las otras cinco (5) categorías temáticas de los SAF no se encontró reporte de investigación de esta especie ("Investigaciones realizadas según los condicionantes del suelo para SAF", "Investigaciones realizadas según los condicionantes de la vegetación de los SAF", "Caracterización descriptiva de los SAF", "Innovación tecnológica sobre SAF", ni en la categoría "Investigaciones realizadas según los condicionantes del clima en SAF").

Los arreglos silvopastoriles ofrecen una **productividad** superior debido a que generan mayor ganancia de peso para el ganado, respecto al monocultivo; por ejemplo, en un sistema silvopastoril que utiliza la leucaena como un forraje para ganado de cabras en crecimiento, se presentan porcentajes de celo de 55,6%, superior al que se obtendría en un sistema pecuario tradicional (Rodríguez & Roncallo, 2013). En un sistema silvopastoril de leucaena, cuyos componentes son dos gramíneas y novillos cebuinos, se encontró que los contenidos de fibra en detergente neutro - FDN en la dieta del ganado, fueron disminuidos por el aporte de leucaena, que contiene en promedio 33% de FDN, mientras que las gramíneas contienen más de 50% de éste componente, esta reducción es una mejora considerable para los animales, porque el FDN es un limitante para el consumo y la productividad animal en el trópico. El consumo de leucaena representa el 26% del consumo total de forrajes, posibilitando un mayor consumo de proteína (Gaviria et al., 2015).

El carbono total almacenado del componente arbóreo en los SSP depende principalmente de la presencia de árboles con DAP y alturas considerables, debido a que la fijación total de CO_2 está directamente relacionada con la edad, desarrollo y biomasa de los individuos. Determinar el almacenamiento de carbono, permite verificar que los sistemas sean ambientalmente sostenibles, ya que sus componentes forrajeros son capaces de fijar mayor cantidad de CO_2 que las emisiones originadas por la fermentación entérica y el manejo del estiércol (Arcos, 2016).

Los SSP son una alternativa económica importante para los productores de la región del Eje Cafetero colombiano; su alta capacidad de almacenamiento de CO_2 puede considerarse como una ganancia adicional. La presencia de leucaena en los SSP no solo representa un mayor

contenido de CO2 en el sistema, sino que afecta positivamente las pasturas que, junto con leucaena, almacenan más carbono. Algunos autores, consideran que los SSP más antiguos, es posible introducir nuevas plantas de leucaena, en remplazo de las que se han deteriorado, de modo que se active el sistema en términos de incremento de biomasa (Arias et al., 2009).

Cuando se establece leucaena en un sistema silvopastoril aumentan los niveles de Nitrógeno amoniacal en el **suelo,** el aporte de N es en promedio de 250 kg/ha/año, esto es una evidencia de los beneficios de esta especie al ser incorporada en un sistema silvopastoril. (Bueno & Camargo, 2015).

Respecto a la investigación realizada según condicionantes del **clima** en SSP, el balance general es positivo frente a la captura y secuestro de GEI en SSP con leucaena, lo que permite verificar que son sistemas ambientalmente sostenibles dada su capacidad de fijar mayor cantidad de CO2 que las emisiones originadas por la fermentación entérica y el estiércol. Los SSP se constituyen como una alternativa tecnológica para los sistemas de producción ganadera, al contribuir con la reducción de GEI mediante la fijación de carbono en la biomasa vegetal (Arcos, 2016).

Sobre la leucaena no se encontró información relacionada con las categorías “Investigaciones realizadas según los condicionantes de la vegetación” ni en “Caracterización de los SSP según percepción de los ganaderos”.

6.2.4.2 Especies medianamente estudiadas

En esta clase se encuentran Diez (10) especies (*Erythrina fusca, Hevea brasiliensis, Morella pubescens, Theobroma grandiflorum, Tectona grandis, Gmelina arborea, Megathyrsus maximus, Inga sp., Gliricidia sepium y Cedrela odorata*), las cuales han sido abordadas en dos (2) o tres (3) categorías temáticas; de las especies evaluadas, siete (7) son nativas (*Erythrina fusca, Hevea brasiliensis, Morella pubescens, Theobroma grandiflorum, Inga sp., Gliricidia sepium y Cedrela odorata*) y tres (3) son introducidas (*Tectona grandis, Gmelina arborea y Megathyrsus maximus*).

- ***Erythrina fusca* Lour.**

Se ha estudiado los efectos de la inclusión de esta especie dentro de los sistemas combinados de **producción** de café, encontrándose que su presencia impacta positivamente en el rendimiento del grano, con un rango óptimo de sombrío de la *E. fusca* entre el 35% y 40% (alrededor de 130 y 140 árboles por ha), esta especie ha sido utilizada como sombrío para cafetales en Antioquia y Santander con óptimos resultados, por encima o por debajo de estos rangos, decrece la producción (Farfan & Baute, 2010; Farfán et al., 2008)

Se pudo establecer una relación inversamente proporcional entre el número de podas de la especie forestal y el aporte de biomasa al sistema, es decir, entre mayor número de podas, menor es el aporte de biomasa, llegándose a que sólo el 31% de la biomasa aportada por esta especie se convierte en materia seca (García, 2008); una poda al año al sombrío de *Erythrina sp*, además de suministrar el mayor aporte de biomasa, favorece su normal crecimiento, tanto en la lignificación de ramas, el aumento del perímetro del tallo y la recuperación de la copa de los árboles (García, 2009).

La asociación café + *E. fusca* se caracteriza por una elevada dinámica de los elementos disponibles en el suelo, proporcionando N y activando la absorción y recirculación de P, K, Ca y Mg, con base en una alta extracción de los elementos del **suelo**. La fijación de Nitrógeno por árboles de la especie *Erythrina sp.*, no excede los 60 kg/ha/año, no obstante, sí aportan de 5.000 a 10.000 kg de materia orgánica, que cuando se podan dos o tres veces al año pueden devolver la misma cantidad de nutrientes que fueron aplicados a las plantaciones de café. Anualmente, la ganancia en esta hojarasca puede representar entre el 90 y 100% de los nutrientes almacenados en la biomasa del suelo; así mismo, la mayor ventaja que podría proporcionar la *Erythrina sp*. en SAF es la cantidad de "mulch" que se obtiene de los residuos de las podas (García, 2008).

Para la categoría de condicionantes relacionados con la **vegetación**, se tiene que la especie ha sido reconocida como apta para sombrío, por tener una rápida adaptación y respuesta al manejo con podas, además de generar efectos sanitarios positivos al cultivo de café por prevenir la llegada de algunas enfermedades, siendo el mejor momento para realizar la poda, la finalización del periodo seco, antes de la floración del café (García, 2008). Cuando los árboles de sombrío

cumplen los tres años de edad alcanzan un nivel de sombra del café cercano al 45%; es a partir de esta edad cuando debe iniciarse la regulación del sombrío, para mantenerlo en estos niveles de cobertura y así se evitan reducciones drásticas en la producción (Farfán & Jaramillo, 2008).

No se incluyó esta especie en las demás categorías de los SAF: "Caracterización descriptiva de los SAF", "Investigaciones realizadas según los condicionantes del clima en SAF" ni en "Innovación tecnológica sobre SAF". Tampoco se encontraron reportes de investigación en el área temática de los SSP.

- ***Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.**

En algunos estudios se evaluó el crecimiento de la especie y el comportamiento de su altura total, concluyendo que los asocios de variedades de caucho con diversas especies vegetales pueden favorecer en un 50% el desarrollo y el crecimiento del *H. brasiliensis* en comparación con el monocultivo forestal de la especie. Los asocios agroforestales con caucho y copoazú registraron mayores medidas de índice de área foliar - IAF que los sistemas de monocultivo; sin embargo, las plantas de caucho en monocultivo fijan 3,7% más de carbono atmosférico, que aquellos que se encuentran en SAF con copoazú. (Orjuela et al , 2014).

Los clones de caucho (*H. brasiliensis*) en el sistema de siembra con *T. grandiflorum* y *Musa AAB*, presentan parámetros de crecimiento (circunferencia del tronco y área de copa) significativos en los dos primeros años del establecimiento del cultivo de *H. brasiliensis*, en comparación con el sistema de siembra tradicional (monocultivo) en condiciones de la Amazonia colombiana (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI, 2015; Sterling et al., 2015).

Las propiedades físicas del **suelo** en un sistema agroforestal con caucho son similares a las encontradas en bosque secundario, especialmente la densidad aparente, porosidad total, penetrabilidad y profundidad del horizonte A. En los monocultivos de caucho, las variables de densidad aparente y humedad gravimétrica son similares a las encontradas en una cobertura de pasturas intensificada (Rosas et al, 2016). Los arreglos agroforestales, que varía en función de las especies que lo componen y su distribución espacial afectan la densidad, la riqueza y

diversidad de la fauna del suelo. Sin embargo grupos funcionales como los depredadores varían mayormente de acuerdo a la época de muestreo y los detritívoros e ingenieros del suelo se ven afectados además de la época por la presencia de hojarasca. Para los arreglos agroforestales de caucho, el desarrollo de una capa de hojarasca en la época de mínima precipitación resulta en una mayor densidad de fauna mostrando la importancia de esta capa para mantener una condición microclimática favorable (Duran & Suarez, 2013), las propiedades del suelo bajo los arreglos agroforestales con caucho se ven afectadas por la diversidad de macroinvertebrados, debido a que estos sistemas son potenciales reguladores de la abundancia de estos organismos en el suelo (Duran et al., 2018).

El principal limitante en términos de **vegetación** para esta especie es el mal suramericano del caucho, principal enfermedad del caucho natural que se encuentra distribuida en todas las zonas productoras de la especie en América Central y del Sur. La incidencia y severidad de esta enfermedad están directamente relacionadas con las variables climáticas, principalmente la temperatura y la humedad relativa, el *Microcyclus ulei* (agente causal del mal suramericano de la hoja de caucho) aparece cuando la humedad relativa promedios es de 95% y la temperatura media es de 24° centígrados (Sterling et al., 2015).

En un arreglo agroforestal con copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y caucho (*H. brasiliensis*) se demostró que por la distribución irregular de los individuos al interior del arreglo, la radiación no está distribuida homogéneamente, generando áreas donde la radiación transmitida es alta y otras, donde es baja. Esta situación plantea la necesidad de mejorar el manejo y la distribución de las especies al interior de los arreglos agroforestales de caucho, para hacerlos más eficientes, en el uso y la distribución de la radiación (Duran et al., 2015).

En los documentos evaluados no se encontró información sobre las demás categorías de los SAF: “Caracterización descriptiva de los SAF”, “Investigaciones realizadas según los condicionantes del clima en SAF” ni en “Innovación tecnológica sobre SAF”. No se encontraron reportes de investigación en el área temática de los SSP.

- ***Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur**

Las plantaciones de laurel de cera, brindan servicios ambientales como la protección de fuentes de agua, recuperación de suelos degradados y mitigación de impactos ambientales, al tratarse de una especie pionera puede adaptarse a condiciones marginales de suelo y ser apta para emplearse en sistemas agroforestales (Luna, 2011).

Se ha evaluado la **producción** de biomasa de esta especie en cuatro (4) tratamientos de SAF, la cobertura en *M. pubescens* (laurel de cera) intercalado con maíz (2,86m^2) y *M. pubescens* con watsimba y maíz (2,80m^2) fue mayor frente al laurel de cera intercalado con watsimba (2,58m^2) y laurel de cera como monocultivo (2,23m^2). El laurel de cera en arreglo agroforestal con Watsimba (*T. pavonia*) presentó los mayores promedios de altura, diámetro basal, cobertura y número de ramas, al establecerse a una distancia de siembra de 25 cm x 60 cm, evidenciándose que el asocio de estas especies es adecuado. (Botina et al., 2008). En un estudio realizado para el departamento de Nariño se determinó que existen diferencias de acumulación de biomasa para *M. pubescens* las cuales obedecen a diferentes densidades de siembra, los árboles sembrados a distancia de 4x3 en el sistema de pastura en callejones desarrollaron una menor biomasa radical que los sembrados a distancia de 4x4 y por ende una menor acumulación de C (Delgado et al., 2016)

El monocultivo de *Morella pubescens* presenta incrementos del 1% en los contenidos de materia orgánica del **suelo**, hay una tendencia de mejora en las propiedades físicas del mismo más próximo a las plantas, esto se puede deber al comportamiento de las raíces. Cuando el cultivo de papa se complementa con laurel de cera, las mejores tasas de profundidad efectiva las tienen las plantas de papa lejanas a los individuos arbóreos (Ramirez et al., 2002).

El contenido de fósforo se incrementa en un arreglo agroforestal con *M. pubescens* asociado con *Lupinus mutabilis* sembrado a una distancia de 0,15*0,20 m, alcanzando valores de 17,75 mg/kg. Los contenidos de Calcio, materia orgánica y magnesio se incrementaron con la implementación del laurel de cera, con diferencias significativas con respecto a otros sistemas; de igual forma, estos elementos junto con el Nitrógeno aumentaron en el tiempo de muestreo del estudio (Cabrera et al, 2014).

No se incluyó esta especie en las demás categorías de los SAF: “Investigaciones realizadas según los condicionantes de la vegetación”, “Caracterización descriptiva de los SAF”, “Investigaciones realizadas según los condicionantes del clima en SAF” ni en “Innovación tecnológica sobre SAF”. Tampoco se encontraron reportes de investigación en el área temática de los SSP.

- ***Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K.Schum.**

Los individuos de *T. grandiflorum* (copoazú) asociados con otras especies tienen un mayor porcentaje de rendimiento y **productividad**, también en algunas zonas las investigaciones reportadas encontraron un mayor desarrollo en términos de altura de las plantas en SAF, que las sembradas en monocultivo. (Sterling et al., 2015).

El copoazú no ha sido abordado desde las categorías “Investigaciones relacionadas según los condicionantes del suelo”, “Investigaciones realizadas según los condicionantes de la vegetación”, “Caracterización descriptiva de los SAF”, ni se han hecho estudios sobre “Innovación tecnológica”

Con el fin de estudiar los condicionantes del **clima** en los SAF con *T. grandiflorum*, se realizó un ensayo de asociación entre copoazú y caucho para reducir el impacto de la radiación solar sobre la supervivencia del copoazú (debido a la baja densidad foliar de los árboles de caucho), fue necesario establecer dos líneas de plátano hartón en las calles dobles del caucho, lo cual favoreció significativamente la supervivencia y el desarrollo de las plantas de Copoazú (Fernández et al., 2014).

Esta especie tiene un alto grado de interceptación, aproximadamente 170 mm por lo que puede ser incluida en un sistema agroforestal para zonas con alta precipitación de manera que se regule el flujo de agua que llega al suelo y permita la efectividad en el ciclo hidrológico (Fernández et al., 2014).

El copoazú no es una especie que se haya considerado potencial para ser incluida en los SSP, no se encontró esta especie mencionada dentro de las categorías del área temática de SSP.

- ***Tectona grandis* L.f.**

Respecto a los condicionantes de la **productividad**, el manejo de la *Tectona grandis* debe estar enfocado a producir fustes de buen tamaño, dependiendo de la demanda en el mercado y las tecnologías de utilización, dado que hoy en día la industria forestal está orientada a la utilización de diámetros de pequeñas dimensiones de buena calidad, posee potencial para ser utilizada en el desarrollo agroforestal de la región caribe colombiana, lo que favorece un manejo intensivo de la especie para obtener productos útiles, incluso desde el primer tratamiento de aclareo (Zuluaga et al., 2011).

De las características fisiológicas de la **vegetación**, se estableció que las concentraciones de macroelementos en las hojas de teca son el N (1,9%), el Ca (1,1%), el K (0,7%), el S (0,2%) y el P (0,1%), con estas cifras es posible concluir que la teca realiza un considerable aporte de hojarasca en sistemas agroforestales (Báez, 2018).

La teca no ha sido abordada desde algunas categorías del área temática de los SAF: "Investigaciones relacionadas según los condicionantes del suelo", "Caracterización descriptiva de los SAF", "Investigaciones realizadas según los condicionantes de la clima", ni sobre "Innovación tecnológica". Con respecto a las categorías del área temática de los SSP no se encontró información para esta especie en los documentos evaluados.

- ***Gmelina arborea* Roxb.**

Desde el punto de vista **productivo** es una especie forestal con amplias posibilidades para ser implementada en SAF debido, entre otros aspectos, a su rápido crecimiento, su relativa facilidad de manejo, sus propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera (Zuluaga et al., 2011). Cuando las plántulas de esta especie crecen a plena exposición lumínica concentran su biomasa en la raíz, en tanto que las que crecen en condiciones de sombra acumulan biomasa en los tallos, la especie también manifiesta características de competencia cuando crece bajo restricciones lumínicas, al mantener altas concentraciones de proteínas y Nitrógeno utilizadas en el crecimiento (Melo, 2015). La especie *G. arbórea* mostró una

descomposición del material vegetal promedio en peso residual de 87,55%, con una significativa liberación de nutrientes (Rojas et al., 2017).

Los individuos de *Gmelina arborea* manifiestan comportamientos particulares en la fisiología **vegetal** en SAF**,** uno de ellos es la diversidad foliar, expresada en la morfometría de la hoja y en la funcionalidad de ésta, lo que le permite adaptarse a diferentes condiciones de humedad del suelo, cuando la condición de sequía se incrementa, la defoliación total de *G. arbórea* afecta directamente los procesos reproductivos de los cultivos asociados, tales como *T. cacao* (Melo et al., 2012).La melina no ha sido abordada desde algunas categorías del área temática de los SAF como: "Investigaciones relacionadas según los condicionantes del suelo", "Caracterización descriptiva de los SAF", "Investigaciones realizadas según los condicionantes del clima", ni sobre "Innovación tecnológica". Con respecto a las categorías del área temática de los SSP no se encontró información para esta especie en los documentos evaluados.

- ***Megathyrsus maximus***

Gaviria et al. (2015), evaluaron la **productividad** a través el consumo y la excreción de nutrientes de esta especie por parte de novillos cebuinos en un sistema silvopastoril intensivo, encontraron dentro de su composición química que tiene un valor proteico de 8%, casi el 50% de este forraje corresponde a fibra de descomposición en detergente ácido y 70% a fibra de descomposición en detergente neutro. En el sistema silvopastoril se oferto esta gramínea acompañada de *Cynodon plectostachyus* (Pasto estrella), la excreción fecal de N fue casi de 30 kg/animal/año, esto contribuye a la producción de biomasa de las gramíneas acompañantes en el SSP.

Los SSP con cobertura arbórea influenciaron una respuesta **vegetal** adaptativa en la gramínea *M. maximus*, en la proporción de proteína cruda, altura de la planta, ancho y relación morfométrica de la hoja. Las respuestas evidenciaron que la gramínea se adaptó a las condiciones de reducción lumínica en los SSP, lo que resulta promisorio en el manejo del pastoreo, con posibles beneficios en el aporte de forraje con alta calidad protéica a la dieta de los bovinos en pastoreo. (Barragán & Cajas, 2019).

- ***Inga sp.***

Los cafetales con sombrío de *Inga sp.* **produjeron** en el año cerca de 11 toneladas/hectárea de residuos orgánicos, lo que representa 2,5 veces más cantidad de material orgánico que en cultivos a plena exposición solar. La descomposición más lenta del *Inga sp.* se traduce en una capa de hojarasca o mantillo que cubre la superficie de los cafetales (Cardona & Sadeghian, 2005); lo que significa, que un porcentaje de los requerimientos nutricionales para el cultivo está siendo suplido por la entrada de nutrientes provenientes de la hojarasca, específicamente en los cafetales asociados con *Inga sp.,* fenómeno que explica en parte la baja respuesta de estos sistemas a la fertilización (Cardona & Sadeghian, 2005b).

Se ha identificado que los sistemas de producción combinados de *Inga sp* y *C. arabica* más productivos, son aquellos donde la densidad de siembra de los árboles del estrato superior es de 70 árboles por hectárea, donde es necesario hacer un control del sombrío puesto que si sobrepasa el rango óptimo, se afecta de manera negativa la producción (Farfán & Mestre, 2004a).

Los **suelos** de cafetales a libre exposición presentaron la mayor temperatura, en tanto que con sombrío de *Inga sp*, la menor radiación solar y velocidad del viento, sumados al aumento de la humedad en el ambiente que producen los árboles de sombra; hacen que se disminuya la demanda de agua de los cultivos y la evaporación del suelo. Lo anterior explica en parte, el mayor contenido de humedad encontrado en los cafetales con *Inga sp.* (Cardona & Sadeghian, 2005b), también se encontró que los valores de humedad gravimétrica son mayores en estos sistemas. (Cardona & Sadeghian, 2005d).

La densidad aparente y la resistencia del suelo a la penetración mostraron una tendencia a aumentar con la profundidad, cuyos valores fueron mayores en cafetales a libre exposición que con sombrío de *Inga sp*. Por el contrario, la porosidad total disminuyó a través del perfil y los mayores promedios se encontraron en cafetales con sombra (Cardona & Sadeghian, 2005b).

La presencia de una mayor capa de hojarasca en cafetales con sombrío de *Inga sp.* trae consigo una serie de beneficios, entre los que se encuentran: la reducción del potencial erosivo de las

gotas de lluvia, la disminución de las pérdidas de suelo por escorrentía y una mayor cantidad de nutrientes para las plantas producto de la mineralización (Cardona & Sadeghian, 2005a).

Se encontró que el aporte de materia seca de los sistemas combinados con ésta especie es mayor que en los cafetales a libre exposición, la materia orgánica aportada por la *Inga sp.* consistente en hojas, frutos, ramas, flores y otros órganos de la planta, hace que la disponibilidad de nutrientes aumente considerablemente en los periodos de retorno del ciclaje, donde los mayores aportes de materia orgánica, traen consigo beneficios como el menor potencial erosivo por parte de la lluvia, debido a la acción protectora de la hojarasca, además se encontró que hay contenidos superiores de Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio, Zinc y Cobre (Cardona & Sadeghian, 2005c).

La velocidad de descomposición está directamente relacionada con la intervención de los invertebrados que consumen y transforman los tejidos vegetales, la descomposición rápida del café dispone nutrientes en el suelo, mientras que la descomposición lenta de las hojas del guamo genera humus, fracción más importante y abundante de la materia orgánica en el suelo (Cardona & Sadeghian, 2005c).

- ***Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.**

Los beneficios para el **suelo** al implementar *G. sepium* en un SAF radican en que su biomasa presenta una alta tasa de mineralización o degradación, que en promedio alcanza ha ser de 3,4% por semana, con un aporte de Nitrógeno al suelo de aproximadamente 5,5%, tasa adecuada para mantener la presencia de éste elemento en el suelo. Ambientalmente el matarratón ayuda a promover la conservación de los recursos naturales, puesto que su interacción con el suelo presenta resultados positivos e importantes para una sostenibilidad orgánica del mismo, evitándose de esta manera la utilización de elementos químicos o tóxicos, que generan efectos indeseables para el medio ambiente. (García et al., 2007).

En la **caracterización** de algunos SSP se ha encontrado que esta especie es muy útil como forraje para el ganado, debido a que puede mejorar la ingesta y la digestibilidad de materia seca en pequeños rumiantes, eleva la tasa de degradación ruminal, aumenta la contribución de N para

microorganismos y disminuye los porcentajes de Fibra en Detergente Neutro y Ácido en su composición (Castañeda et al., 2018).

- ***Cedrela odorata* L.**

En una parcela agroforestal con *Cedrela odorata, Borojoa patinoi, Apeiba aspera e Inga spectabilis*, se identificaron 40 especies de himenópteros asociados a este sistema agroforestal, de los cuales el 44% son comunes en los cuatro componentes **vegetales**. La abundancia de los insectos estuvo relacionada con la fenología de las especies vegetales presentes en la parcela, esta riqueza es el soporte de la diversidad organísmica característica de los SAF y es por esto que presentan gran similitud con los ecosistemas naturales. La afinidad de los himenópteros entre los componentes del sistema agroforestal está dada por la estratificación de los policultivos y la distribución horizontal de los componentes (Neita et al., 2004).

Las variaciones en las condiciones **climáticas** afectan la fotosíntesis del *C. odorata* (cedro), con tasas máximas de asimilación de CO_2 al aumentar la Radiación Fotosintética Activa en horas de la mañana. La transpiración aumentó con el incremento de la fotosíntesis neta, lo que quiere decir que es una relación directamente proporcional, en la que la incorporación de CO_2 está directamente relacionada con la eficiencia del uso del agua. El cedro resultó ser más eficiencia en términos de incorporación del CO_2 y eficiencia en el uso del agua, que las especies *P. integrifolia* y *V. cymosa*, con una mayor tasa de crecimiento relativo (López et al., 2001).

El cedro no ha sido abordado desde las categorías del área temática de los SAF de: “Investigaciones relacionadas según los condicionantes de la productividad”, “Investigaciones relacionadas según los condicionantes del suelo”, “Caracterización descriptiva de los SAF”, e “Innovación tecnológica”. Con respecto a las categorías del área temática de los SSP no se encontraron reportes para esta especie en los documentos evaluados, por lo tanto, no ha sido considerada como una especie potencial para ser incluida en estos sistemas combinados de producción.

6.2.4.3 Especies poco estudiadas

Para efectos de esta investigación, las especies poco estudiadas son aquellas que solo se han abordado desde una categoría temática por uno o varios autores. Por esta razón cada especie contiene información sobre un área temática en específico, es decir, han sido mencionadas como potenciales para SAF o para SSP de manera parcial, sin que se tenga un conocimiento integral sobre la especie.

6.2.4.3.1 Especies relacionadas con SAF

Las especies abordadas desde una (1) categoría del área temática de los SAF son ocho (8) (*Tigridia pavonia, Psidium guajava, Musa sp, Inga densiflora, Erythrina rubrinervia, Cariniana pyriformis, Borojoa patinoi* y *Albizia carbonaria*), de las cuales seis (6) son nativas (*Psidium guajava, Inga densiflora, Erythrina rubrinervia, Cariniana pyriformis, Borojoa patinoi* y *Albizia carbonaria*) y dos (2) son introducidas al ámbito colombiano (*Tigridia pavonia* y *Musa sp*).

- ***Tigridia pavonia* (L.f.) DC.**

El rendimiento **productivo** de la watsimba es mejor cuando se siembra solo con laurel de cera (*Morella pubescens)* con rendimientos que alcanzan los 2.632 kg/ha, en tanto que al asociarse con el maíz disminuye a 1.316 kg/ha (Hidalgo et al., 2009). La watsimba (*T. pavonia*) presenta mayores rendimientos promedios en altura (> 40cm) con laurel de cera a 6 m x 6 m que en monocultivo a distancia de siembra 20 cm x 60 cm. (Botina et al., 2008).

- ***Psidium guajava* L.**

En la investigación realizada sobre el comportamiento de la **vegetación,** se encontró que la mayor severidad de la enfermedad ocasionada por el hongo *Pestalotia sp*. sobre los frutos de la guayaba, se presenta en los sistemas de cultivo compuestos por guayaba- café y guayaba -plátano -café, esto se debe principalmente a la elevada humedad relativa característica de los arbolitos de café. (Farfán et al., 2006). En cuanto a especies de hormigas encontradas en los sistemas combinados que incluyen guayaba, se encontró la presencia de *Ectatomma ruidum* y *Pheidole sp.* (Ramírez et al., 2009).

- ***Musa sp***

El estudio donde se aborda el plátano dominico (*Musa sp.)* en asocio con café (*C. arabica*), tenía por objeto conocer el secuestro de carbono de esta especie a lo largo de su ciclo **productivo,** con el fin de establecer la dinámica de la acumulación del Carbono en la materia seca. El porcentaje de contenido de carbono para el plátano en promedio alcanza de 37,2%, pudiéndose obtener así de manera cuantitativa el potencial de almacenamiento de Carbono de los sistemas productivos cafeteros, estimándose la cantidad almacenada por hectárea, dando las pautas para establecer las compensaciones por este servicio ambiental y así crear la gestión para reducir las emisiones de carbono a la atmósfera. (Arias et al., 2014).

- ***Inga densiflora* Benth.**

El aporte de nutrientes al **suelo** de parte de una especie está determinado por la tasa de descomposición de hojarasca, la cual es influenciada por la acción de la macrofauna que coopera en este proceso, acelerando la fragmentación de la estructura vegetal de las hojas. En un arreglo agroforestal con *Inga densiflora* (guamo machete), se observan reducciones en las tasas de descomposición de hojarasca en bolsas de control con respecto a bolsas de fauna excluida, al pasar de 0,52, a 0,60 en la tasa de descomposición, lo que demuestra el bajo porcentaje de efecto que tiene la macrofauna sobre la descomposición del guamo machete (20,6%). Comparando la velocidad de descomposición de *I. densiflora* con *C. arabica* se encontró que, transcurrido un año la hojarasca de *I. densiflora* se descompuso en un 44%, mientras que la hojarasca del café de sombrío perdió un 78% de su peso, en tanto que el café a libre exposición perdió el 73% (Toro et al., 2015).

- ***Erythrina rubrinervia* Kunth**

La introducción de esta especie como sombrío en cultivos de café, influye positivamente en los niveles de **producción** con porcentajes de sombra entre 22% y 32%, usando densidades de 70 árboles por ha; al incrementar el porcentaje de sombrío por encima del 32%, se disminuye la producción de café, observándose como, con un sombrío homogéneo de *E. rubrinervia* del 60% la producción de café se reduce en un 41% comparado con una sombra heterogénea del 20% al

40%, lo que indica la necesidad de hacer el mantenimiento de los árboles (Farfan & Baute, 2010).

- ***Cariniana pyriformis* Miers**

El abarco (*C. pyriformis*) es una especie forestal utilizada como proveedor de sombrío para el cultivo de cacao, esta especie realiza un mayor aporte en **producción** de materia seca con el aumento en nutrientes por los contenidos estos en la hoja, independientemente del diseño de su distribución de siembra en surcos dobles o sencillos como acompañante. El abarco realizó un aporte significativo de hojarasca (690,1 gr./mes) en un periodo de 6 meses de evaluación, que generó un aporte considerable en N (56,1 kg /ha) y Ca (51 kg /ha).(Báez, 2018).

- ***Borojoa patinoi* Cuatrec.**

Se adelantó la **caracterización** del cultivo de *B. patinoi* (borojó) en asociación con maderables y árboles frutales, mostrándose como una potencial alternativa de uso del suelo, dado que no solo aumenta los ingresos y la calidad de vida de habitantes rurales, sino que también aporta a mantener la biodiversidad; esto es posible principalmente, porque el cultivo de *B. patinoi* es realizado de la manera tradicional que conserva la estructura original del dosel del bosque. El cultivo de borojó bajo diferentes condiciones de manejo mantiene su potencial como reservorio de especies, siendo más viable económicamente a largo plazo que el monocultivo de *B. patinoi*; por lo tanto, es importante la planificación de un sistema agroforestal para determinar qué especies de madera y fruta son mejores para acompañar este cultivo. Uno de las ventajas del manejo forestal del borojó es que ésta especie, se puede plantar sin eliminar el dosel, reduciendo así los costos de producción y evitando la erosión del suelo (Neita & Escobar, 2012).

- ***Albizia carbonaria***

Se ha estudiado los efectos de la inclusión de esta especie dentro de los sistemas combinados de producción con café, encontrándose que la presencia de la especie impacta positivamente en los niveles de **producción**, con rango óptimo de sombrío entre 47% y 52%, que se alcanza con densidad de siembra de 70 a 80 árboles por ha, por encima de 55% de sombra (80 árboles/ha) decrece la producción de café (Farfan & Baute, 2010).

6.2.4.3.2 Especies relacionadas con SSP

Las especies abordadas desde una (1) categoría del área temática de los SSP son once (11) (*Alnus acuminata, Alnus jorullensis, Cenchrus clandestinus, Guazuma ulmifolia, Hibiscus rosa-sinensis, Leucaena sp, Pachira quinata, Phalaris sp., Sambucus nigra, Tithonia diversifolia* y *Zea mays*), de las cuales, cuatro (4) *(Alnus acuminata, Alnus jorullensis, Guazuma ulmifolia* y *Pachira quinata)* son nativas, en tanto que las otras siete (7) (*Cenchrus clandestinus, Hibiscus rosa-sinensis, Leucaena sp, Phalaris sp, Sambucus nigra, Tithonia diversifolia* y *Zea mays*) son introducidas.

- ***Alnus acuminata* Kunth**

Se ha evaluado el comportamiento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en un sistema silvopastoril con *Alnus acuminata* (aliso), pese a que el experimento se desarrolló en época de verano, el pasto permaneció en mejores condiciones en términos de **producción** de forraje verde, producción de materia seca y altura del pasto, con respecto a la pradera con monocultivo, esto por la presencia del componente arbóreo (Silva et al., 2018). De igual manera, el pasto en el SSP presentó mayor disponibilidad de Fósforo que el pasto en monocultivo, haciendo que las novillas que pastorearon en el sistema silvopastoril mostraran valores superiores en cuanto a proteínas totales y albúmina alcanzando ganancias superiores de peso en el tiempo que duró el experimento, que los animales que pastorearon a plena exposición; además, se observó más rápida recuperación de la pradera del SSP después del pastoreo, por la presencia del aliso (Insuasty, 2011).

Tamayo et al. (2019), evaluaron la respuesta del aliso, en términos de biomasa aérea y nutrientes foliares, a la aplicación de un fertilizante a base de porquinaza y otro a base de fósforo al interior de un sistema silvopastoril, encontrando que los niveles de porquinaza no afectan el aporte de materia seca ni de Nitrógeno por parte del aliso al componente suelo, además los tratamientos con bacterias fijadoras de Nitrógeno y micorrizas mejoran el desarrollo del aliso.

- ***Alnus jorullensis* Kunth**

La combinación de esta especie con el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) permite mejoras en el pH del **suelo**, cambiándolo en 0,3 unidades aproximadamente y aumentando los contenidos

de materia orgánica en 0,1% lo que indica, que con la inclusión de esta especie dentro de SSP se lograra un aumento gradual en la fertilidad del suelo a largo plazo. (Navia et al., 2001a).

Se presentan mayores niveles de nitrato y amonio en el arreglo aliso - kikuyo que en el monocultivo de kikuyo, lo que probablemente se debe a la simbiosis del aliso con el actinomiceto del género *Frankia*, que fija el Nitrógeno de la atmósfera. La producción de forraje, se puede dar de forma variada según las distancias de siembra que se empleen en el sistema silvopastoril. (Muñoz et al., 2011).

- ***Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone**

En un estudio sobre la **productividad** evaluada a partir del contenido total de carbono obtenido del pasto *C. clandestinus*, se encontró que las raíces gruesas a 20 cm de profundidad presentaron el mayor contenido de carbono (4,52 ton/ha), representando un 30,5% del total de carbono hallado en el estudio (14,8 ton/ha); adicionalmente, se presentan los tiempos de descomposición del C en el pasto kikuyo, estimando que las raíces son las que tardan el mayor tiempo en descomponerse, logrando desintegrarse en un 99% la biomasa producida en un lapso de 12,2 años. El pasto tiene un crecimiento más acelerado en un sistema combinado que en un sistema tradicional, el kikuyo, por ser perenne con hábito de crecimiento estolonífero y alta capacidad de rebrote bajo condiciones adversas, permite amarrar el terrero, lo que contribuye a conservar los suelos de ladera predominantes en trópico alto. A pesar de la aparición de *mulch*, debido principalmente al mal manejo del SSP (factor negativo en un sistema de producción), éste se convierte en un reservorio de carbono a mediano plazo (Perez et al., 2019).

- ***Guazuma ulmifolia* Lam.**

El árbol de guazuma (G. *ulmifolia*) tiene una gran distribución dentro de los sistemas silvopástoriles en el trópico, el cual se asocia naturalmente como cerca viva dentro del sistema de **producción**. Durante los últimos años se han estudiado las propiedades nutricionales de esta especie en rumiantes, dado que es uno de los pocos follajes que se puede mantener en condiciones críticas de baja precipitación; su inclusión en la dieta del ganado, mejora la digestibilidad y la ingesta de nutrientes por su composición bromatológica y digestibilidad in-vitro (DIV) limitada, por lo tanto, se recomienda realizar estudios donde se establezcan las

características fenológicas a diferentes edades y alturas de corte, así como su correlación con la misma composición bromatológica y la digestibilidad. Se conoce que la suplementación del ganado con forraje de árboles tropicales, es una alternativa interesante para aumentar la digestibilidad y la ingesta de las dietas, así como, para contribuir a la mejora del rendimiento en la producción ovina en el bosque tropical seco (Castañeda et al., 2018).

- ***Hibiscus rosa-sinensis* L.**

Respecto a los condicionantes de la **vegetación**, las plantas de *H. rosa-sinensis* (cayeno) provenientes de vivero generan un sistema de raíz fuerte y bien definido, excelente para SSP, por medio de dos (2) raíces pivotantes fuertes que soportan el ramoneo y brindan buen anclaje a la planta, esta cualidad también les permite ser más eficientes para la captura de nutrientes bajo diferentes condiciones de fertilización. La luz puede afectar el crecimiento y desarrollo del cayeno como fuente de energía (fotosíntesis) y fuente de calor, promoviendo cambios morfológicos y fisiológicos, por ejemplo, variación en el largo de los entrenudos y el incremento del ángulo de las hojas (Cuéllar & Arrieta, 2010).

Comparando la respuesta fisiológica y morfológica de *H. rosa-sinensis* producido en vivero y plantado directamente en el SSP, se encontró que las diferencias más evidentes son en los factores fisiológicos, razón por la cual se requiere de un manejo agronómico eficiente para que la especie tenga una oferta suficiente de biomasa, con bajos niveles de lignificación, altas tasas de digestibilidad y mayor contenido de nutrientes (Cuéllar & Arrieta, 2010).

- ***Leucaena* sp**

Se ha estudiado la **producción** de materia seca en diferentes arreglos silvopastoriles con esta especie. Los cultivos de maíz y frijol establecidos en el primer año, benefician el incremento de la altura de la acacia forrajera (*Leucaena sp.*), siendo mayor el efecto positivo del maíz en relación con el del fríjol, la producción de materia seca (t/ha) es superior en el arreglo acacia-guinea (*Leucaena sp. - Panicum maximum*) y en acacia - kikuyina (*Leucaena sp. - B. pertusa*) comparado con la kikuyina en monocultivo, obteniéndose que el valor nutricional de la kikuyina (*Botriochloa pertusa*) es favorecido por la presencia de la acacia forrajera (Roncalloet al., 2009).

Al evaluar el efecto del asocio entre *Vigna unguiculata* y *Zea mayz*, con *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*, se encontró que la altura, la cantidad de ramas por planta y la producción de materia seca (t/ha) de la acacia forrajera no disminuyeron, lo que evidencia que no existe competencia entre estas especies. (Roncalloet al., 2009).

- ***Pachira quinata* (Jacq.) W.S.Alverson**

La dinámica de los elementos minerales en el **suelo** es menor en los monocultivos que en los arreglos silvopastoriles, además de ser un proceso extractivo con poco ciclaje que causa un desbalance de nutrientes. En el suelo del arreglo silvopastoril, el aumento de las tasas de algunos nutrientes (MO, P, Ca, S, Mg, Mn) se da a un ritmo mayor que los elementos que disminuyen su disponibilidad (K, Na, B, Zn); estos comportamientos, se deben al retorno de minerales al suelo mediante la degradación de la hojarasca aportada por los componentes del SSP y la mayor deposición de heces y orina de los animales, por su parte, *P. quinata* mediante la caída de la hojarasca aporta al suelo diferentes cantidades de minerales (Roncallo et al., 2013).

- ***Phalaris* sp.**

Se recomienda la utilización del pasto cinta (*Phalaris* spp) en SSP establecidos en terrenos con algún grado de pendiente, su **respuesta fisiológica** es positiva, al presentar condiciones óptimas de crecimiento y de producción de biomasa fresca (más de 350 g por planta), dada la relación directa entre la biomasa y el sellado. Es un pasto que se sella muy bien si es utilizado como barrera viva, es decir que forma rápidamente un cerco espeso y permanente; además, *Phalaris* presentó un promedio de 39 rebrotes, superior al de especies como *Pennisetum sp* y *Medicago sativa*. El *Phalaris* sp sobresale frente a otras especies de pasto por ser perenne, requerir mínimo mantenimiento, ser estéril, poseer baja susceptibilidad a plagas o enfermedades, ser viable económicamente y fácil de establecer, puesto que se adapta a cualquier tipo de suelos en un rango de altura entre los 2.500 y 3.200 msnm (Moreno & Castillo, 2008).

- ***Sambucus nigra* L.**

El sauco (*Sambucus nigra*) se presenta como una alternativa **productiva** de complemento para la alimentación animal, razón por la cual es común encontrarla en SSP con una función multipropósito, puesto que, por sus características, puede ser implementada bajo diferentes formas de manejo en pro de proporcionar forraje de buena calidad al ganado, mejorar

condiciones para aumentar la calidad de la leche, condicionar la protección del suelos, incrementar la retención de agua, y en general ofrecer diversidad de subproductos que pueden ser aprovechados (Escobar et al., 2019).

- ***Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray**

El botón de oro ((*Tithonia diversifolia*) es conocida por su alta de producción de biomasa para implementarla en sistemas combinados y por sus vistosas flores amarillas. La producción de biomasa foliar de esta especie no presenta diferencias significativas si es sembrado en un monocultivo o al interior de un SSP (Navia et al., 2001b). Se encontró que el ganado con dietas basadas en pasturas asociadas con otras forrajeras como esta especie, incrementa la producción de leche, debido a que posee una mayor digestibilidad, menores tenores de fibra y elevado aporte de proteína. La respuesta en los incrementos productivos de los animales parece estar explicada en gran medida por la calidad de la dieta y la disponibilidad de nutrientes, en correspondencia con el arreglo espacial y pastoreo rotacional en periodos definidos de ocupación y descanso (Castañeda et al., 2018; Rivera, 2015).

Se ha comparado un sistema de barbecho artificial con *Tithonia diversifolia*, *Calliandra calothyrsus* e *Indigofera constricta*, donde los árboles de *I. constricta* constantemente mostraron alturas y diámetros significativamente mayores en un 5% frente a los árboles de *C. calothyrsus*, después de 27 meses, el botón de oro presentó la mayor biomasa acumulativa de peso seco (37 t/ha), así como mayor acumulación de nutrientes en la biomasa (417,5 kg N/ha; 85,3 kg P/ha; 928 kg K/ha; 299 kg Ca/ha y 127,6 kg Mg/ha) entre los barbechos plantados (Barrios & Cobo, 2004).

- ***Zea mays* L.**

En un estudio de **productividad** y factibilidad económica para un SSP con maíz, se pudo establecer que el sistema silvopastoril tiene económicamente rápidos retornos de inversión, con una Tasa Interna de Retorno -TIR que alcanza el 31,63 %. El inmediato retorno de la inversión, por la comercialización del ensilaje de maíz, generó un gran flujo de caja durante el establecimiento del sistema, lo que permitió con una baja inversión inicial por hectárea (USD 1.165) continuar el establecimiento del mismo de manera económicamente. El cultivo de maíz

tiene gran potencial para la producción de forraje en el piedemonte y la altillanura colombianos; su cosecha se realiza entre los 75 y 85 días, con rendimientos de 25 a 35 t/ha de forraje verde. La cosecha de maíz para ensilar amortizó los costos de inversión, dejando ganancias que permitieron recuperar la inversión durante el primer año de establecimiento del SSP, la utilidad en la fase de establecimiento de este sistema fue de USD 714/ha. (Sánchez et al., 2015).

6.3 Alcance al que ha llegado la investigación SAF en Colombia

Las utilidades de los resultados obtenidos en los proyectos de investigación definen su alcance, el cual se establece a partir de la determinación del nivel que tienen en términos de la profundad con la que se aborda el estudio (Miler, 2011). Más del 70% de las investigaciones sobre SAF y SSP en Colombia se ha enfocado en los análisis del comportamiento de una o más variables en sistemas ya establecidos, esto se infiere al observar que la mayor cantidad de documentos alcanzan un nivel explicativo (64 documentos – ver Anexo 39) y descriptivo (48 documentos – ver Anexo 37). La cuarta parte de las investigaciones evaluadas ha sido catalogada en un mayor nivel de profundidad, que permite catalogarlas como de nivel correlacional (40 documentos – ver Anexo 38), en tanto un número muy reducido de estudios (5 documentos) alcanzan el nivel aplicativo (ver Anexo 41), que representan tan solo el 3% del total de documentos estudiados (159) (ver Anexo 1), evidenciando las falencias en la producción científica de carácter aplicativo, que brinden herramientas técnicas para potenciar el sector productivo relacionado con los SAF, y a su vez, conduzcan al involucramiento creciente de sistemas sostenibles de producción en el territorio nacional (ver Ilustración 6.11).

Por ejemplo, en un documento publicado por Ávila et al. (2018) se alcanza el nivel aplicativo puesto que se concibe a los SAF como una alternativa de solución para la sustitución de los cultivos ilícitos desde la prosperidad rural debido a que los sistemas combinados de producción proporcionan un proceso de aprendizaje social y pueden ser efectivos en proyectos de desarrollo alternativo por parte de los sectores público y privado. Ademas, los SAF representan un elemento importante al proceso de desarrollo de las áreas rurales, pues permiten generar formas de trabajo y renta con base en las capacidades de los individuos como en las condiciones existentes dentro de los contextos locales, siendo más resilientes ante los desastres que afectan

los ingresos producto de la actividad agrícola (Gualteros, 2018). Para que la implementacion de practicas agroforestales genere resultado como estrategia de renovación y conservación de los recursos naturales, no puede concebirse desde afuera sino que debe ser una concepcion aceptada y promovida por los mismos agricultores, el exito está en que las practicas agroforestales se conviertan en un habito inherente al sistema productivo (Maldonado et al., 2004).

Las categorías temáticas más frecuentes en los reportes de investigación sobre el área temática de los SAF son el **suelo** y la **productividad**, en las cuales cerca del 50% de la investigación realizada según condicionantes del suelo es de nivel explicativo y más del 40% de la exploración realizada sobre los condicionantes de la productividad también alcanza este nivel de investigación. El nivel descriptivo sobresale en la investigación realizada según condicionantes de la productividad, representando aproximadamente la tercera parte de los documentos que tratan este tema; el abordaje de los tópicos relacionados con la **vegetación** y la **caracterización** de los SAF se da en más de la mitad de la investigación que llega al nivel descriptivo (ver Ilustración 6.12).

El nivel aplicativo solo se alcanza en la investigación realizada sobre productividad, vegetación y caracterización, en la que menos de la cuarta parte de los documentos que abordan estas categorías temáticas, llegan a resolver problemas puntuales por medio de la implementación de un SAF o plantean metodologías y soluciones a las dificultades en la implementación, manejo y producción de éstos sistemas (ver Ilustración 6.12).

En la categoría “Investigaciones realizadas según los condicionantes del suelo para SAF” se identificó que el nivel explicativo tiene mayor representatividad, en este nivel de investigación, se catalogaron dieciséis (16) documentos; en tanto que, el siguiente nivel más relevante, que es el “Correlacional” cuenta con diez (10) reportes de investigación. Los niveles con menor relevancia dentro de esta categoría son el “Descriptivo” y el “Predictivo” con cinco (5) y un (1) documentos respectivamente. En ésta categoría, ninguno de los documentos alcanzó el nivel “Aplicativo” ni el “Exploratorio” (ver Ilustración 6.12).

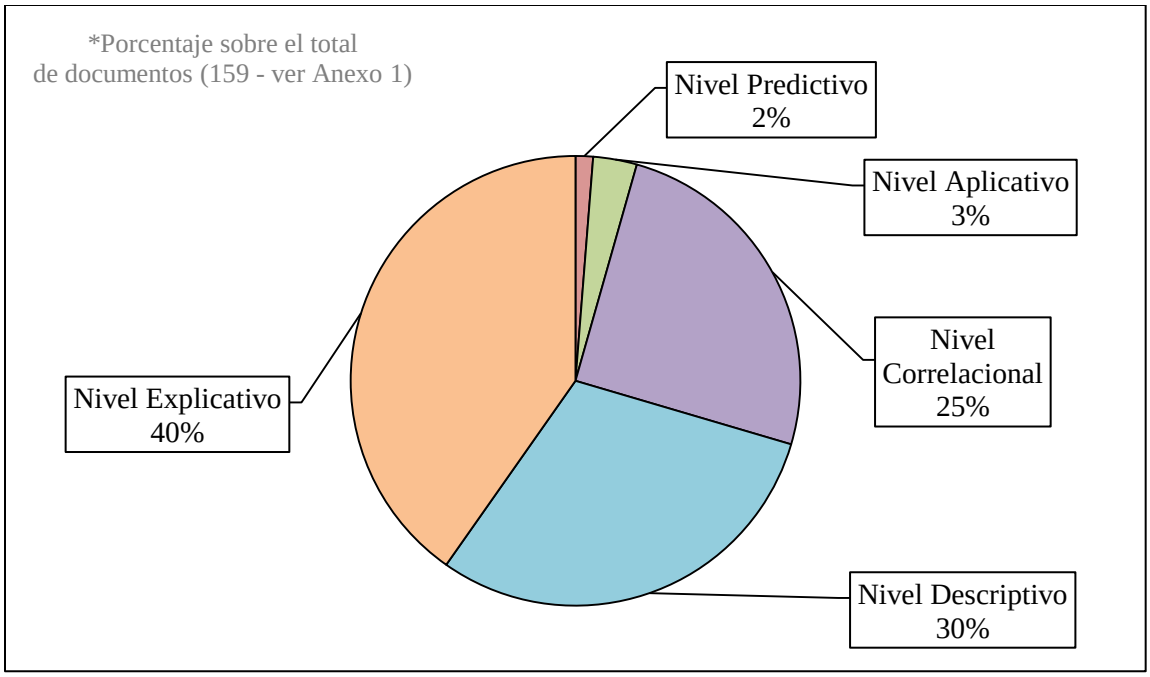


Ilustración 6.11: Alcance de la investigación en SAF y SSP.

Se clasificaron seis (6) documentos en el nivel "Correlacional" de la categoría "Investigaciones realizadas según los condicionantes del ciclo hidrológico y el proceso fotosintético de SAF", el siguiente nivel en términos de relevancia para ésta categoría es el "Explicativo" con cuatro (4) reportes de investigación, por último, el nivel que incluye el menor número de documentos (2) es el "Descriptivo". En esta categoría no se encontró ningún documento con nivel "Exploratorio", "Predictivo" o "Aplicativo" (ver Ilustración 6.12).

En la categoría "Investigaciones realizadas según los condicionantes de la productividad de SAF" el nivel más alcanzado es el "Explicativo" con 24 documentos, seguido del nivel "Descriptivo" con dieciocho (18) reportes de investigación. Once (11) documentos fueron clasificados con el nivel de investigación "Correlacional", mientras que solamente dos (2) se agruparon en el nivel "Aplicativo". Se estableció que ninguno de los reportes de investigación tiene nivel "Exploratorio" o "Predictivo" (ver Ilustración 6.12).

Al interior de la categoría "Investigaciones realizadas según los condicionantes de la vegetación de los SAF", se identificaron documentos con los niveles de investigación "Descriptivo", "Correlacional", "Explicativo" y "Aplicativo", con trece (13), cinco (5), cinco (5) y un (1)

reportes de investigación respectivamente. Ninguna de las investigaciones fue clasificada en los niveles “Exploratorio” o “Predictivo” (ver Ilustración 6.12).

En la categoría de investigación clasificada como “Innovación tecnológica sobre SAF” de los cinco reportes evaluados, cuatro (4) alcanzan el nivel “Descriptivo” y uno (1) el “Aplicativo”. Para esta categoría no es encontraron documentos con investigaciones de niveles “Exploratorio”, “Correlacional”, “Explicativo” o “Predictivo” (ver Ilustración 6.12).

Finalmente, en la categoría de investigación “Caracterización descriptiva de los SAF”, el nivel de profundidad “Descriptivo” es el que presenta mayor recurrencia, fueron doce (12) los documentos en los que se encontró este nivel de investigación. El siguiente nivel con mayor relevancia es el “Explicativo” en el que se identificaron cinco (5) investigaciones, seguido de los niveles “Correlacional” (4 documentos) y “Aplicativo” (3 documentos) (ver Ilustración 6.12).

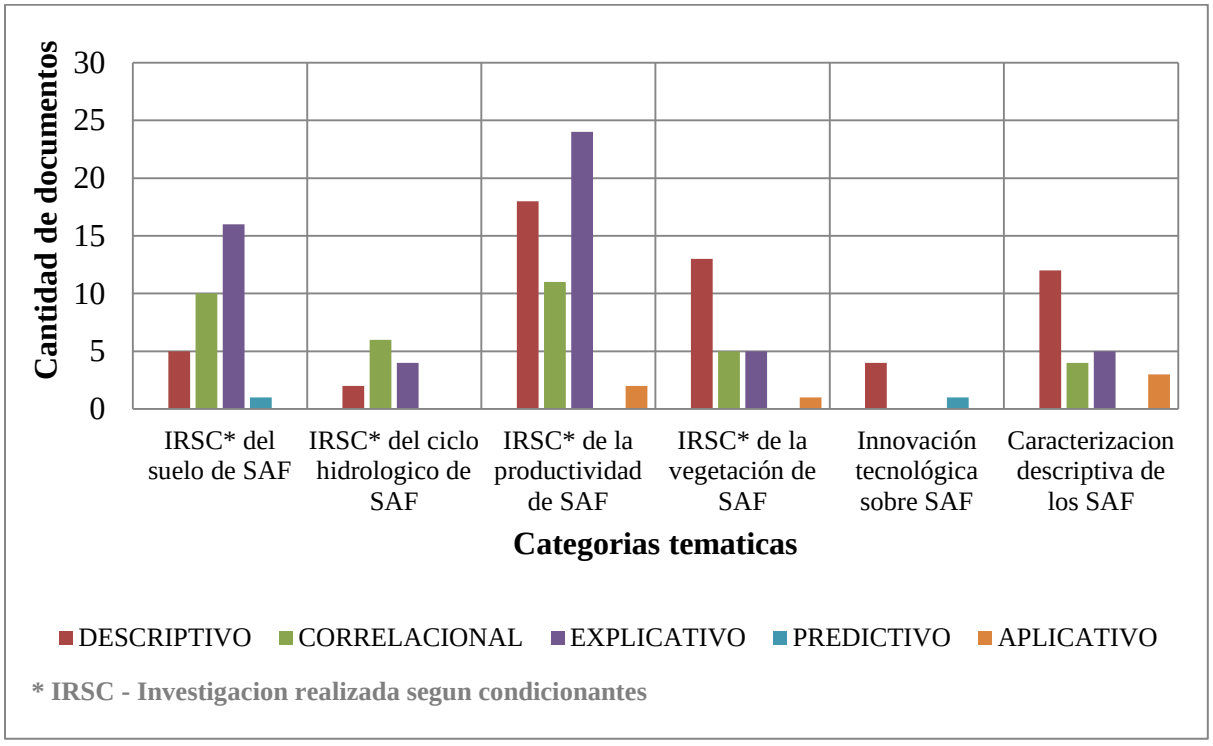


Ilustración 6.12: Nivel de investigación alcanzado en cada categoría temática para SAF.

En la investigación realizada sobre el área temática de SSP sobresalen estudios que alcanzan el nivel "Explicativo" y el "Predictivo". El nivel "Descriptivo" se presenta en todas las categorías temáticas, pero en una baja proporción, en tanto que el nivel "Aplicativo" solamente se alcanza en la categoría temática de "Investigación realizada según condicionantes de la vegetación de SSP". El nivel "Explicativo" representan más del 50% de los reportes de las categorías de investigación sobre los condicionantes de **productividad**, **vegetación** y **suelo**, mientras que, los estudios de carácter descriptivo no se encuentran en más de dos (2) documentos por cada categoría temática orientada al estudio de los SSP (Ilustración 6.13).

En la categoría "Investigaciones relacionadas con condicionantes del suelo de SSP" los niveles de investigación con mayor recurrencia son el "Correlacional" y el "Explicativo", alcanzándose en diez (10) y nueve (9) documentos respectivamente. El nivel "Descriptivo" es el que se expone en la menor cantidad de reportes (2 documentos). Los niveles "Exploratorio", "Predictivo" y "Aplicativo" no se presenta en esta categoría temática (ver Ilustración 6.13).

Las investigaciones que alcanzan un nivel "Explicativo" son las que tiene más representatividad (4 documentos) en la categoría de "Investigación realizada sobre condicionantes de la vegetación", seguidas de los niveles "Correlacional" y "Descriptivo" con dos (2) reportes de investigación cada uno; finalmente, el nivel con menor recurrencia es el "Aplicativo" que se alcanza en un (1) documento. No se encontraron documentos con niveles de investigación "Exploratorio" o "Predictivo" (ver Ilustración 6.13).

La categoría temática de "Investigaciones relacionadas con condicionantes del clima de SSP" alcanza dos niveles de investigación "Correlacional" y "Descriptivo" con tres (3) y un (1) documento cada uno. De los reportes de investigación evaluados en esta categoría, no se consideró que alguno alcance los niveles "Exploratorio", "Explicativo", "Predictivo" o "Aplicativo" (ver Ilustración 6.13).

En la categoría temática sobre "Investigaciones realizadas según los condicionantes de la productividad de SSP" el nivel de profundidad más alcanzado es el "Explicativo" dentro del cual se incluyeron doce (12) documentos. Siete (7) reportes de investigación fueron clasificados

como con un nivel “Correlacional” y dos (2) en el nivel “Descriptivo”. Dentro de esta categoría no se encontraron documentos considerados en los niveles “Exploratorio”, “Predictivo” o “Aplicativo” (ver Ilustración 6.13).

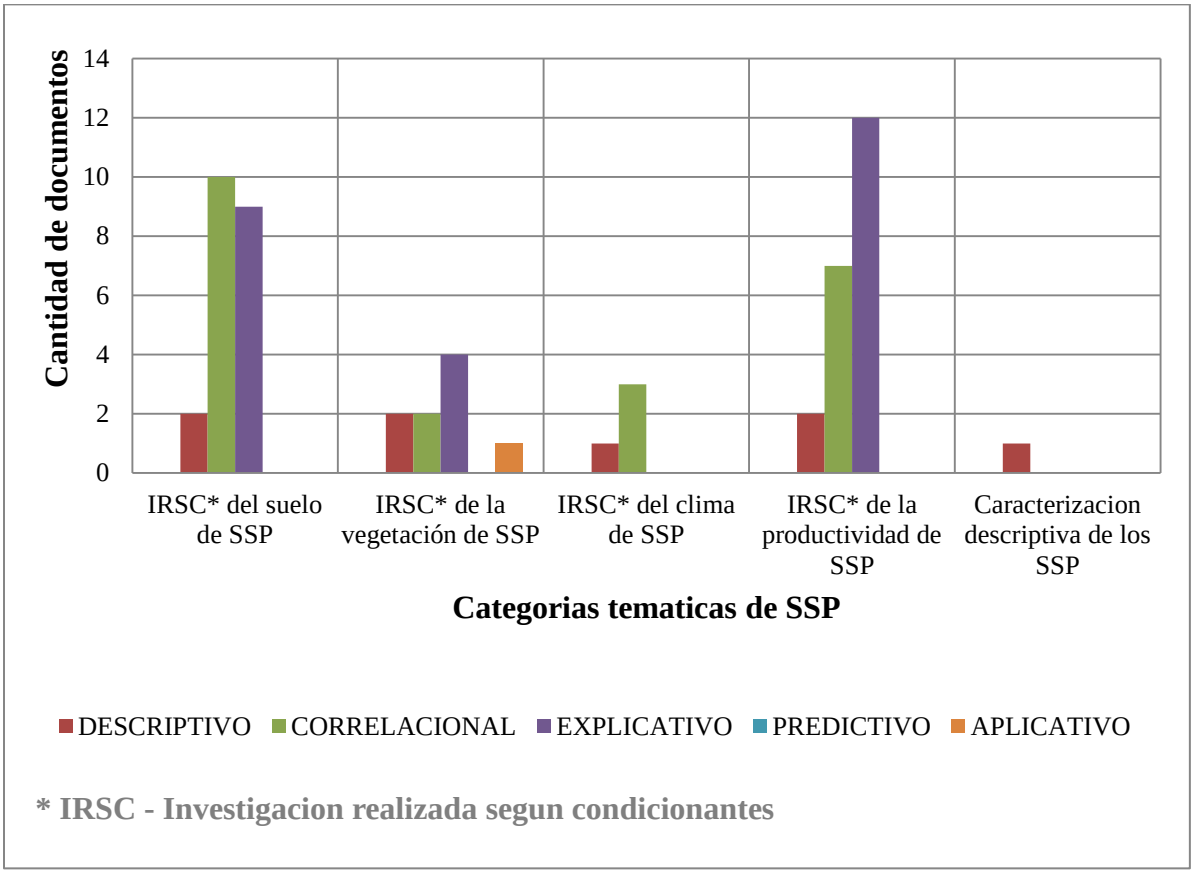


Ilustración 6.13: Nivel de investigación alcanzado en cada categoría temática para SSP.

6.4 Avance de investigación en SAF y SSP

De acuerdo con los reportes de investigación clasificados en cada una de las once (11) categorías temáticas definidas para el análisis de los 159 documentos seleccionados, las tendencias de investigación han variado en los últimos 20 años, respondiendo a las necesidades y momento histórico del país, observándose el incremento en la especificidad temática y el nivel de profundidad de las investigaciones. Es en el año 2000 en el que se encontró el menor número de reportes de investigación con una tendencia crecientes hasta llegar al año 2015 en el que más se realizaron publicaciones con un total de 17 (ver **Ilustración 6.14**).

En el año 2000 la investigación se enfocaba específicamente en la productividad de los SSP y el impacto en el suelo de los SAF, periodo en el que la disponibilidad de documentos es muy baja según los registros encontrados haciendo muy limitada la producción científica. A partir del año 2011 se puede observar un cambio considerable en las tendencias de investigación de los SAF, abriéndose en diferentes líneas de investigación, con el consecuente incremento de la disponibilidad de reportes investigación, sin embargo, no se evidencia el mismo comportamiento para los SSP, en este caso, la tendencia de la investigación se mantiene enfocada en un número reducido de categorías temáticas, alrededor de la productividad y la vegetación, lo que ofrece un limitante en cuanto el aporte de la investigación hacia la actividad pecuaria, la cual enfrenta el mayor conflicto de uso del suelo en el país, que urge de la generación de alternativas tecnologías que propendan por el establecimiento de sistemas sostenibles de producción (ver Ilustración 6.14).

En los últimos años se observa que se ha encaminado la investigación hacia la innovación tecnológica e informática para los SAF, desarrollando herramientas de simulación que buscan facilitar el entendimiento y desarrollo de estos sistemas; es importante destacar, que se ha mantenido la investigación en términos de vegetación, suelo, clima y caracterización, que permite visualizar, de mantenerse y acelerarse esta tendencia, posibilidades de generación de alternativas para que permitan transitar de los sistemas tradiciones de producción agropecuaria hacia sistemas más sostenibles de manejo del territorio (ver Ilustración 6.14).

Los documentos evaluados durante la primera mitad de la ventana de tiempo considerada (2000 - 2011) alcanzan los niveles de investigación básica, bajo la clasificación de “Descriptivo”, “Correlacional” y “Explicativo”. No existe una tendencia que consolide niveles particulares de investigación, salvo los niveles más básicos de la venta de tiempo, toda vez que no se consideraron niveles exploratorios de investigación en virtud de los desarrollos que en SAF tuvieron lugar en la segunda mitad del siglo XX.

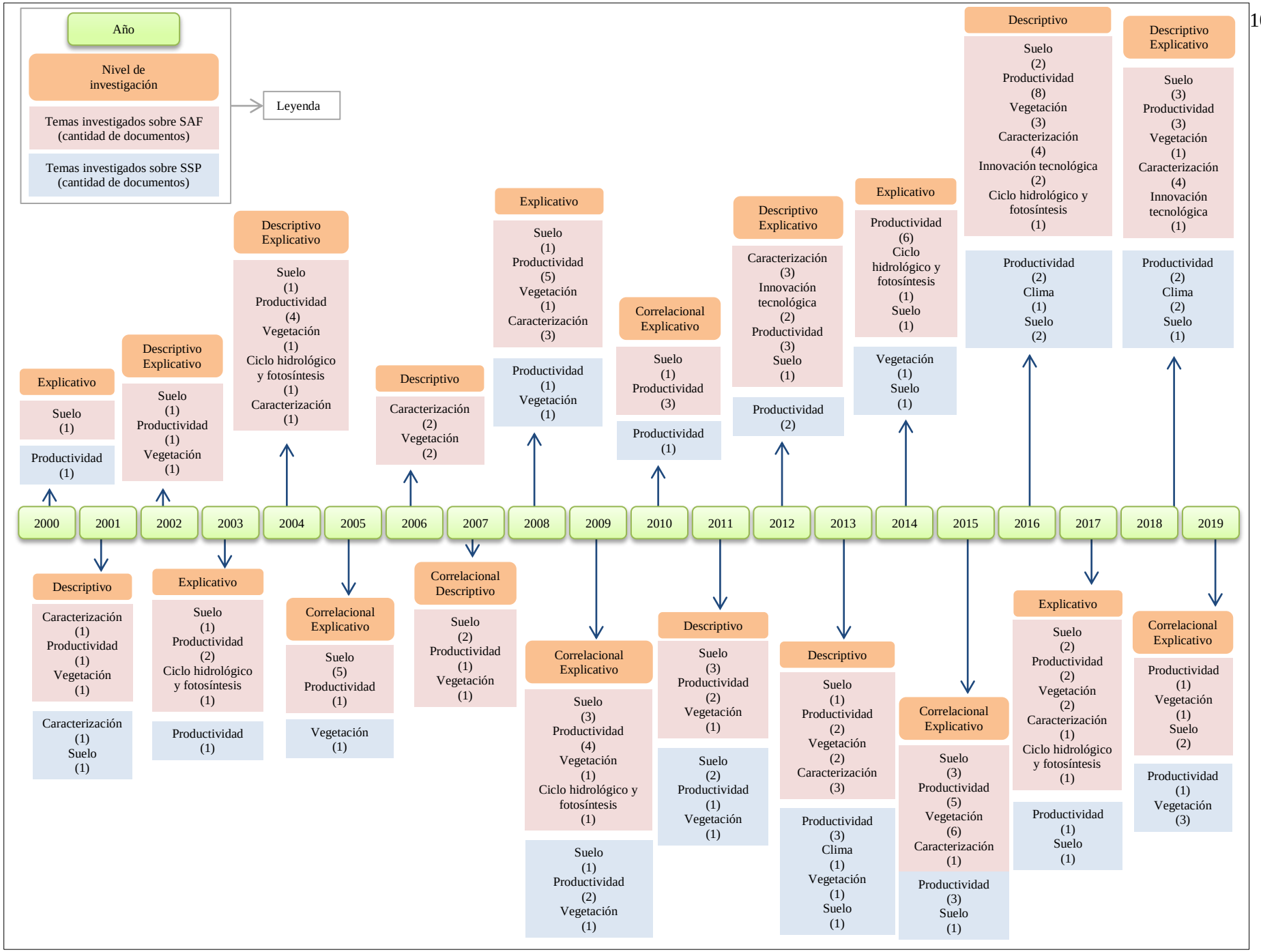


Ilustración 6.14: Línea del tiempo sobre la investigación SAF en Colombia.

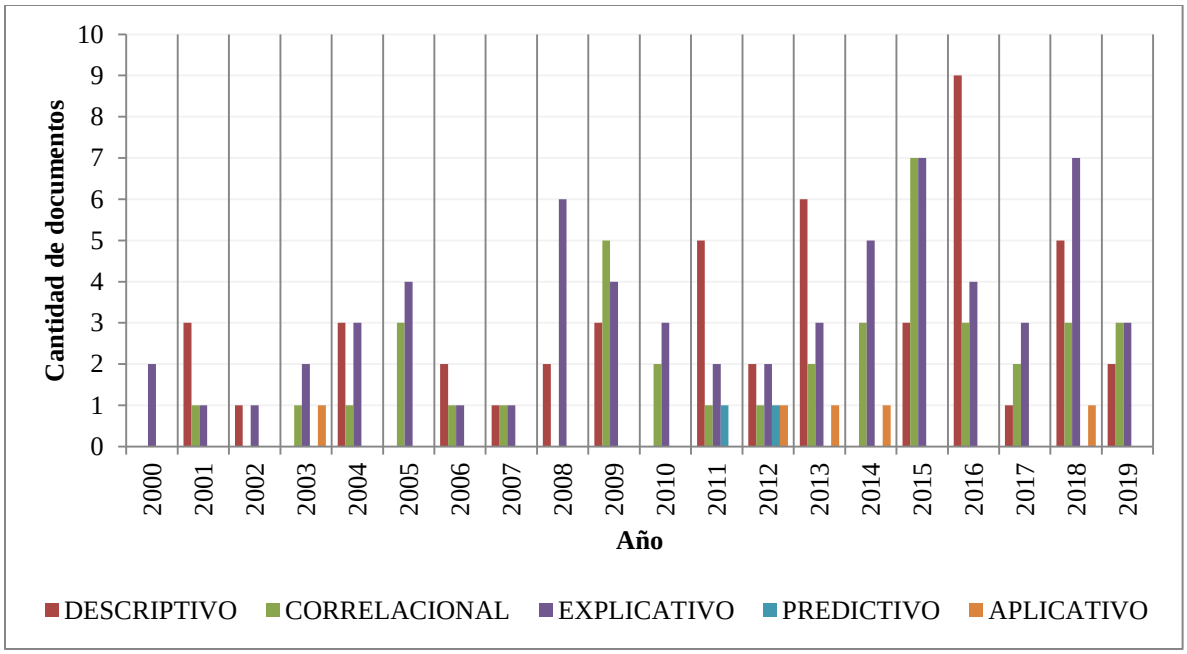


Ilustración 6.15: Alcance temporal de la investigación sobre SAF en Colombia.

Para la ventana tiempo considerada en el estudio el nivel más recurrente de los reportes corresponde a las investigaciones de índole "Descriptivo", encontrándose estudios con ese nivel en todos los años de análisis, seguidos en frecuencia temporal anual por los catalogados como de nivel "Correlacional" y "Explicativo". A partir del año 2012, se presenta una variación, alcanzando algunos estudios el nivel "Predictivo", siendo escasos los años en los que se encuentran reportes que alcancen el nivel "Aplicativo", evidenciando así, que si bien con el paso del tiempo se han presentado algunas investigaciones con mayor nivel de profundidad, no es una tendencia constante y responde a comportamientos esporádicos (ver Ilustración 6.15).

7 CONCLUSIONES

En los últimos 20 años (2000–2019) la producción científica sobre SAF en Colombia se ha visto fuertemente influenciada por los momentos históricos que ha atravesado el país, evidenciándose en el aumento de reportes de investigación desde finales de la primera década de este siglo, con un pico importante en el año 2015 donde se encontró la mayor cantidad de reportes (17) de la muestra considerada (159).

La distribución geográfica de la investigación se concentra en los departamentos de Caldas, Nariño y Caquetá donde se reportan 61 investigaciones, que corresponden a más de la tercera parte de la totalidad de estudios (38,36%) considerados, siendo Caldas el departamento en el que más investigación se ha realizado (14,47%), justificado quizás en la concentración de la actividad cafetera que se tiene en ese departamento. De manera correspondiente, a nivel institucional es CENICAFE la entidad con más publicaciones (23%) en la ventana de tiempo analizada (2000-2019).

La investigación en SAF se puede clasificar en dos grandes áreas temáticas, una referente a SAF con énfasis silvoagricola, y la otra referente a SSP que involucra la actividad pecuaria en su más basta consideración, concentrándose de manera mayoritaria los reportes de investigación en las actividades silvoagricolas con el 74% de los estudios encontrados, en tanto que el 26% restante corresponde a reportes de investigación sobre SSP.

Las especies más estudiadas en los reportes analizados corresponden a café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), y el guamo (*Inga edulis*); las dos primeras de gran importancia agronómica para el país y la tercera netamente forestal, relevante por su uso frecuente para el sombrío del café y el cacao. La mayoría de especies estudiadas son nativas (57,14%) sin despreciar la cantidad de especies introducidas investigadas (42,85%).

Es importante destacar, que no obstante ser el uso del suelo rural en Colombia principalmente dedicado a la ganadería, no se ha avanzado ni se tiene mucho conocimiento en el área temática

de SSP, siendo las categorías temáticas más frecuentemente abordadas, las investigaciones realizadas según condicionantes de productividad, suelo y vegetación.

El desarrollo de las investigaciones sobre SAF y SSP en Colombia considera el suelo como el factor limitante, y por ende determinante, en la selección de especies adecuadas para los sistemas combinados de producción, haciéndose énfasis en los efectos positivos que para este componente significa la implementación de dichos sistemas, así como las repercusiones que de índole económico y ambiental pueden tener frente a las formas tradicionales de explotación agropecuaria en el país.

Buena parte de los reportes analizados sobre SAF y SSP en Colombia, alcanzan un nivel de profundidad “Explicativo”, en los que se combinan varios métodos investigativos con el fin de responder un problema concreto. En el 40,25% de los estudios reportados se expresan las consecuencias directas de la sustitución de una variable incidente en el comportamiento de un sistema agroforestal o la combinación de varias de ellas.

De los reportes de investigación encontrados entre los años 2000 y 2019 sobre SAF en Colombia, en bases de datos reconocidas por su rigor científico o académico, es posible determinar cómo con el paso de tiempo, se incrementa la cantidad de categorías temáticas abordadas. La investigación de los SSP ha sido recurrente en los últimos diez (10) años, con una inclinación hacia la investigación realizada sobre condicionantes de suelo y productividad.

Desde el año 2011 los reportes evidencian que los estudios alcanzan mayores niveles de profundidad, enfocados hacia la predicción del comportamiento futuro de las variables tras la implementación de sistemas combinados de producción, donde se trazan las potencialidades del sistema agroforestal y de una variable en términos de un factor condicionante o de determinado componente; así mismo, los estudios se orientan hacia la aplicación, en busca de resolver un problema puntual por medio del establecimiento de un sistema agroforestal o planteando metodologías y soluciones a las dificultades en la implementación, manejo y producción de SAF.

8 RECOMENDACIONES

La disponibilidad y acceso a la información es uno de los principales obstáculos para establecer el nivel de avance de la investigación producida en las instituciones de educación superior en Colombia; por lo tanto se recomienda garantizar el acceso a la producción científica, procurando que todos los artículos y tesis de grado realizados por los estudiantes, estén disponibles para ser consultados a través de los repositorios de las instituciones. Además de los repositorios, una fuente importante de información son las bases de datos, que recopilan artículos provenientes de diferentes entes y partes del mundo; por lo tanto, deben formar parte de los sitios de consulta en cualquier investigación.

La distribución geográfica de los reportes de investigación mostró que no hay producción científica relevante sobre SAF en la zona oriental del país, lo que resulta preocupante debido a que la principal fuente de ingresos en esa área depende de la ganadería, resaltando la importancia de enfocarse en el desarrollo de sistemas de producción combinada que impulse el sector cumpliendo con los objetivos del desarrollo sostenible.

La tercera parte de la investigación se enfocó en los sistemas agroforestales y tan sólo el 26% en los sistemas silvopastoriles, no obstante ser la ganadería, una de las principales causantes del conflicto de uso del suelo en el país, causando una acelerada tasa de deforestación debido a la expansión de la frontera pecuaria; por lo tanto, se hace necesario incentivar la investigación sobre esta área temática buscando establecer sistemas más productivos y ambientalmente sostenibles.

La entomología, el impacto en el clima, la tecnología informática y el potencial para convertir carbono inorgánico en compuestos orgánicos son temas poco desarrollados en la investigación agroforestal del país; en consecuencia, consideramos que debe hacerse una mayor profundización en estas subcategorías temáticas a fin de fortalecer de manera integral la investigación sobre SAF en Colombia. En el área de los sistemas silvopastoriles, las subcategorías con menor recurrencia fueron las enfocadas hacia los componentes forestales y la

percepción de los ganaderos, por ello resaltamos la necesidad de generar mayor conocimiento acerca de las especies forestales potenciales para ser utilizadas en estos sistemas.

Se sugiere fomentar la inclusión de especies nativas dentro de la investigación sobre sistemas de producción combinada, considerando que Colombia es un país altamente diverso con un sinnúmero de especies forestales que tienen alto impacto sobre la biodiversidad local, lo que resultaría ser de mayor provecho que las especies introducidas que actualmente se utilizan en estos sistemas.

Se ha conseguido que la investigación en el país alcance el nivel “Aplicativo” solamente en algunas categorías temáticas, por lo tanto, es necesario incentivar la profundización de la producción científica de manera integral, abordando todos los enfoques de investigación identificados y de este modo fortalecer el avance de la investigación en Colombia a medida que los diferentes entes incrementen el número de reportes de investigación junto con el nivel y la profundidad de éstos.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, F., Rojas, J., & Suarez, J. C. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *13*(2), 145–150.
- Álvarez, F., Rojas, J., & Suárez, J. C. (2015). Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de Theobroma cacao L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *16*(2), 307–314.
- Andrade, H. J., Arteaga, C. C., & Segura, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué , Tolima (Colombia). *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *18*(1), 103–112.
- Andrade, H. J., & Segura, M. A. (2017). Dinámica de la sombra de Cordia Alliodora en sistemas agroforestales con café en Tolima , Colombia. *Agronomía Costarricense*, *40*(2), 77–86. https://doi.org/10.15517/rac.v40i2.27387
- Andrade, J. C., Segura, M., Feria, M., & Suárez, W. (2018). Above-ground biomass models for coffee bushes (Coffea arabica L .) in Lıbano , Tolima , Colombia. *Agroforestry Systems*, *92*, 775–784. https://doi.org/10.1007/s10457-016-0047-4
- Arango, J. U., Zuluaga, G. P., & Peñarete, D. I. (2009). Evaluación florística y estructural en sistemas agroforestales simultáneos en territorios de comunidades Embera del Atrato Medio Antioqueño. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, *28*(1), 11–31.
- Arcos, J. (2016). *Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena (Leucaena leucocephala) en la Hacienda El Chaco, Colombia.* UNIVERSIDAD DEL TOLIMA.
- Ardila, E., & Rueda, J. (2013). La saturación teórica en la teoría fundamentada : su delimitación en el análisis de trayectorias de vida de víctimas del desplazamiento forzado en Colombia. *Revista Colombiana de Sociología*, *32*(2), 93–114.
- Arias, J. J., Riaño, N. M., & Aristizábal, M. (2014). Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sombrío usadas en cafetales de Colombia. *Revista de Cenicafé*, *65*(1), 7–17.
- Arias, L. M., Camargo, J. C., Dossman, M. A., Echeverry, M. A., Rodríguez, J. A., Molina, C. H., … Melo, I. D. (2009). Estimación de biomasa aérea y desarrollo de

modelos alométricos para Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles de alta densidad en el valle del Cauca , Colombia Resumen. *Recursos Naturales y Ambiente*, *58*, 32–39.

- Ávila, C. A., De los Ríos, I., & Martin, S. (2018). Illicit crops substitution and rural prosperity in armed conflict areas : A conceptual proposal based on the Working With People model in Colombia. *Land Use Policy*, *72*, 201–214. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.038
- Báez, E. (2018). *Produccion y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco (Cariniana piryformis M), teca (Tectona grandis L) y cacao (Theobroma cacao L.) en un sistema agroforestal en los municipios de Rionegro, Santander y Muzo, Boyacá*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.
- Ballesteros, J., Morelo, L., & Pérez, J. (2019). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia*, *41*(1), 224–234. https://doi.org/10.15446
- Ballesteros, W., Marco, O., & Ordoñez, H. R. (2006). Caracterizacion de los sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y Frontera, Tumaco, Nariño. *Revista de Ciencias Agricolas*, *23*(1–2), 54–73.
- Ballesteros, W., Marco, O., & Ordoñez, H. R. (2008). Sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y frontera en Tumaco, Nariño, Colombia. *Agroforestería En Las Américas*, *46*, 73–80.
- Barragán, W. A., & Cajas, Y. S. (2019). Cambios bromatológicos y estructurales en Megathyrsus maximus bajo cuatro arreglos silvopastoriles. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *20*(2), 231–244.
- Barrios, E., & Cobo, J. G. (2004). Plant growth , biomass production and nutrient accumulation by slash / mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia. *Agroforestry Systems*, *60*, 255–265.
- Bermúdez, M. (2007). *Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia, Costra Rica y Nicaragua.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.
- Bertalanffy, L. V. (1968). *Teoria General de los Sistemas* (1st ed.). México: Fondo de

Cultura Económica.

- Blossiers, J., Deza, C., León, B., & Samané, R. (2000). Agricultura de laderas a través de andenes. Perú. In *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia* (pp. 195–216). Santiago, Chile: OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.
- Botina, A. A., Bravo, S. A., & Luna, G. C. (2008). Evaluación del comportamiento de Watsimba, tigridia pavonia bajo tres distancias de siembra en un arreglo agroforestal con laurel de cera Morella pubescens h&b ex willd- wilbur en el municipio de Sibundoy, Putumayo. *Revista de Ciencias Agricolas*, *15*(1–2), 77–96.
- Bueno, L., & Camargo, J. C. (2015). Nitrógeno edáfico y nodulación de Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles. *Acta Agronomica*, *64*(4), 349–354. https://doi.org/10.15446
- Buitrago, M. E., Ospina, L. A., & Narváez, W. (2018). Gases de efecto invernadero: sistemas silvopastoriles como alternativa de mitigación y adaptación. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, *22*(1), 31–42. https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2
- Cabrera, J. L., Muñoz, H. E., & Vélez, J. A. (2014). Evaluación de algunas propiedades químicas del suelo en un arreglo agroforestal Morella pubescens H . B . K y Lupinus mutabilis L. Pasto, Nariño. *Agroforestería Neotropical*, (4), 12–25.
- Cajas, Y. S., & Sinclair, F. L. (2001). Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agroforestry Systems*, *53*, 215–225.
- Camargo, J. C., Feijoo, A., Zúñiga, M. C., Cardona, H., & Gaviria, J. (2005). Silvopastoral systems with isolated timber trees within pastures in the Coffee region of Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, *17*(5), 11.
- Cárdenas, E., Bustamante, A. M., Espitia, J. E., & Páez, A. (2012). Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare. *Revista Médica Veterinaria*, *24*, 51–58.
- Cardona, D. A., & Sadeghian, S. (2005a). Aporte de material orgánico y nutrientes en cafetales al sol y bajo sombrío de guamo. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *334*, 1–8.
- Cardona, D. A., & Sadeghian, S. (2005b). Beneficios del sombrío de guamo en suelos

cafeteros. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *335*, 8.

- Cardona, D. A., & Sadeghian, S. (2005c). Ciclo de nutrimentos y actividad microbiana en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de Inga spp. *Revista de Cenicafé*, *56*(2), 127–141.
- Cardona, D. A., & Sadeghian, S. (2005d). Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar. *Revista de Cenicafé*, *56*(4), 348–364.
- Castañeda, R. D., Piñeros, R., & Vélez, A. (2018). Follaje de arbóreas tropicales en alimentación de ovinos (Ovis aries): consumo, digestibilidad y balance de Nitrógeno. *Boletín Científico Del Museo de Historia Natural de La Universidad de Caldas*, *22*(1), 58–68. https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.4
- Castro, L., Suarez, J. C., & López, C. F. (2012). Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café (Coffea arabica L.) del sur de Colombia. *Ingenierías y Amazonia*, *5*(1), 17–29.
- Cerquera, B. Y., Ramírez, C. J., & Jiménez, D. A. (2015). Competencia de nutrientes en cultivo de café (Coffea arábica l.) asociado bajo sistemas agroforestales. *Ingenierías y Amazonia*, *8*(1), 38–47.
- Chávez, A., Duarte, H., & Zener, I. (2015). Entomofaunal comparison under three landscape conditions at the cerro de Juaica (Tenjo, Cundinamarca). *Actualidad y Divulgación Cientifica- UDCA*, *18*(1), 127–136.
- Cherubin, M. R., Chavarro, J. P., & Silva, A. M. (2019). Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon. *Agroforestry Systems*, *93*, 1741–1753. https://doi.org/10.1007/s10457-018-0282-y
- Chien, S. H., & Hammond, L. L. (1978). Una comparación de varios métodos de laboratorio para predecir el potencial agronómico de las rocas de fosfato para aplicación directa. *Soil Science Society of America*, *42*(6), 935–939.
- Clarke, C. (2005). *Automotive Production Systems and Standardisation From Ford to the Case of Mercedes-Benz* (1st ed.; P.-V. HD, Ed.). Heibronn, Alemania: Facultad de Administración de Negocios Internacionales, Universidad de Ciencias Aplicadas Heilbronn.
- Clement, C. R., Weber, J. C., Van Leeuwen, J., Astorga, C., Cole, D. M., & Arevalo, L.

A. (2004). Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. *Agroforestry Systems*, *61*, 195–206.

- Combatt, E. M., Martinez, G., & Polo, J. (2005). Características química y Física de los suelos Agroforestales de la zona alta de Córdoba. *Temas Agrarios*, *10*(2), 5–14.
- Conklin, H. C. (1957). *Agricultura Hanunoo: un informe sobre un sistema integral de la agricultura migratoria en Filipinas. Cuaderno de Fomento Forestal de la FAO. N° 12*. Roma: Elliot's Books, Northford, CT.
- Cuéllar, N. D., & Arrieta, J. M. (2010). Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosa- sinensis L , (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *11*(1), 61–72.
- De los Ríos, J. C., & Vélez, L. D. (2004). Análise da sustentabilidade em Agroecosistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové (Antioquia, Colômbia). *Revista de La Facultad Nacional de Agronomia*, *57*(1), 2279–2308.
- Delgado, I., Daza, J., Lina, G., Leonel, H., & Forero, L. (2016). Cuantificación de carbono radical Morella pubescens (humb. & bonpl. Ex willd.) Wilbur en dos agroecosistemas (Nariño, Colombia). *Colombia Forestal*, *19*(2), 209–218.
- Duran, E. H., Ángel, Y. K., & Suarez, J. C. (2015). Dinámica de la radiación fotosintéticamente activa en arreglos agroforestales con Hevea brasilienses en el norte de la amazonia colombiana. *Actualidad y Divulgación Cientifica*, *18*(2), 365–372.
- Duran, E. H., Rodríguez, L., & Suarez, J. C. (2018). Relación entre macroinvertebrados y propiedades del suelo bajo diferentes arreglos agroforestales en la Amazonia-Andina , Caquetá , Colombia. *Acta Agronomica*, *67*(3), 395–401.
- Duran, E. H., & Suarez, J. C. (2013). Fauna del suelo y hojarasca en arreglos agroforestales de la Amazonia Colombiana. *Momentos de Ciencia*, *10*(1), 59–66.
- Escobar, L. D., Guatusmal, C., Meneses, D. H., Cardona, J. L., & Castro, E. (2019). Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el Evaluation of arboreal and shrub strata in a silvopastoral system in Colombian high Andean tropics Resumen. *Agronomía Mesoamericana*, *30*(3), 803–819. https://doi.org/10.15517/am.v30i3.35645
- Espinosa, R., & López, A. M. (2019). *Árboles nativos importantes para la conservación*

de la biodiversidad: Propagación y uso en paisajes cafeteros (1st ed.). Manizales, Colombia.: Cenicafé.

- FAO. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política* (1st ed.; S. Salcedo & L. Guzmám, Eds.). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Farfán, F. & Jaramillo, A. (2009). Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *379*, 8p.
- Farfán, F. (2010). Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales. *Revista de Cenicafé*, *61*(1), 7–27.
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Manizales, Colombia.: Cenicafé.
- Farfán, F. (2019). Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *501*, 8p.
- Farfán, F., Arias, J. J., & Riaño, N. M. (2003). Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café. *Revista de Cenicafé*, *54*(1), 24–34.
- Farfan, F., & Baute, E. (2010). Efecto de la distribución espacial del sombrío de especies leguminosas sobre la producción de café. *Revista de Cenicafé*, *61*(1), 35–45.
- Farfán, F., & Baute, J. E. (2009). Efecto del arreglo espacial del café y del sombrío sobre la producción de café. *Revista de Cenicafé*, *60*(4), 305–315.
- Farfán, F., Baute, J. E., & García, J. C. (2008). Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café en la zona cafetera norte de Colombia. *Revista de Cenicafé*, *59*(1), 29–38.
- Farfán, F., & Hincapié, E. (2011). Valoración de la sostenibilidad ambiental mediante indicadores de calidad del suelo, en sistemas de producción de café en Colombia. *Revista de Cenicafé*, *62*(1), 100–118.
- Farfán, F., & Jaramillo, A. (2008). Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café. *Revista de Cenicafé*, *59*(1), 39–54.
- Farfán, F., & Mestre, A. (2004a). Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *330*, 8p.
- Farfán, F., & Mestre, A. (2004b). Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal

a la aplicación de fertilizantes. *Revista de Cenicafé*, *55*(2), 161–174.

- Farfán, F., & Rendon, J. R. (2014). Producción de madera por las variedades Castillo y Tabi en sistemas agroforestales. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *448*, 8p.
- Farfán, F., Rendon, J. R., & Menza, H. D. (2016). Densidad de siembra de coffea Arabica variedad Tabi en sistemas agroforestales en tres zonas cafeteras de Colombia. *Revista de Cenicafé*, *67*(2), 52–57.
- Farfán, F., & Sanchez, P. M. (2014). Producción sostenible de café bajo estructura arbórea diversa. *Revista de Cenicafé*, *65*(1), 27–33.
- Farfán, F., & Sanchez, P. M. (2016). Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales en el departamento de Santander, Colombia. *Revista de Cenicafé*, *67*(1), 55–62.
- Farfán, F., & Urrego, J. B. (2004). omportamiento de las especies forestales Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis como sombrío e influencia en la productividad del café. *Revista de Cenicafé*, *55*(4), 317–329.
- Farfán, F., & Urrego, J. B. (2007). Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de Coffea arabica Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis en sistemas agroforestales con café. *Revista de Cenicafé*, *58*(1), 20–39.
- Farfán, P. D., Insuasty, O., & Casierra, F. (2006). Distribución espacio temporal y daño ocasionado por Pestalotia spp. en frutos de guayaba. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *7*, 89–98.
- Fedick, S. L. (1996). The Managed Mosaic: Ancient Maya Agriculture and Resource Use. *Latin American Antiquity*, *8*(3), 274–276.
- Fernández, C. (1995). *La comunicación humana:Ciencia social* (1st ed.; G. L. Dahnke, Ed.). México: Mc.Graw-Hill.
- Fernández, C. A., Noriega, J. E., Duran, E. H., & Suarez, J. C. (2014). Interceptación de lluvia en diferentes especies en arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana. *Momentos de Ciencia*, *11*(1), 28–34.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la Investigación Cualitativa* (1st ed.; Morata S. L, Ed.). Madrid.
- Flórez, L. A., & Barona, E. (2016). Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas). *Revista de*

Ciencias, *20*(2), 109–123. https://doi.org/10.25100/rc.v20i2.4605

- Gaete, R. (2014). Reflexiones sobre las bases y procedimientos de la Teoría Fundamentada. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, *XXV*(48), 149–172.
- García, H. (2014). *Deforestación en Colombia : Retos y perspectivas*.
- García, J. C. (2008). Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de Erythrina fusca como sombrío y tres niveles de fertilización. *Revista de Cenicafé*, *59*(4), 361–373.
- García, J. C. (2009). Respuesta del Café Variedad Tabi a la fertilización, en un sistema agroforestal con Erythrina fusca, en la Zona Norte de Colombia. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *382*, 1–4.
- García, L. A., Álzate, V. M., Dávila, G. A., & Navia, J. F. (2007). Degradación de la materia seca del matarratón (Gliricidia sepium jacq). y su relacion con liberación de nitrógeno en arreglos agroforestales. *Revista de Ciencias Agricolas*, *24*(1–2), 11–19.
- Gaviria, X., Naranjo, J. F., Bolívar, D. M., & Barahona, R. (2015). Consumo y digestibilidad en novillos cebuínos en un sistema silvopastoril intensivo. *Archivos de Zootecnia*, *64*(245), 21–27.
- Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera, J. A., & Montero, M. I. (2013). *Investigación en sistemas productivos sostenibles en la Amazonia norte colombiana* (1st ed.). Bogota, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI.”
- Giraldo, J. F., & Jaramillo, A. (2004). Ciclo hidrológico y transporte de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo. *Revista de Cenicafé*, *55*(1), 52–68.
- Giraldo, J. H., & Yunda, M. C. (2012). La chagra indígena y biodiversidad : sistema de producción sostenible de las comunidades indígenas del Vaupés (Colombia). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (44), 43–52.
- Giraldo, M., Benavides, P., Rendon, J. R., Montoya, D., Farfán, F., & Trejos, J. F. (2015). Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de colombia y su clave ilustrada. *Revista de Cenicafé*, *66*(2), 58–72.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Aldine transaction: A division of transaction publishers New Brunswick (USA) and London (UK). United States of America* (Rutgers-The State

University, Ed.). New Jersey: Aldine Transaction.

- Gomez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (1st ed.; Brujas, Ed.). Córdoba, Argentina.
- González, H., Sadeghian, S., Zapata, R. D., & Mejía, B. (2008). Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de Caldas. *Revista de Cenicafé*, *59*(4), 310–320.
- González, H., Zapata, R. D., & Sadeghian, S. (2009). Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de caldas. *Revista de Cenicafé*, *60*(1), 25–40.
- González, X. (2019). Beneficios que trae la implementación de sistemas silvopastoriles. Retrieved from Agronegocios website: https://www.agronegocios.co/ganaderia/conozca-cuales-son-los-beneficios-que-trae-la-implementacion-de-sistemas-silvopastoriles-2814515
- Grisales, D. O., Rojas, L. C., Bonilla, D. B., Saavedra, D., Perdomo, J. A., Narváez, B. F., & Ordoñez, C. M. (2018). *Sistemas silvopastoriles para zona de bosque seco , como alternativa sostenible de producción*. Neiva, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Gualteros, J. N. (2018). *Resiliencia alimentaria en fincas con sistema agroforestal bajo el modelo de alianzas productivas en el Municipio de Muzo, Boyacá*. Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, A. J. (2014). *Aportes a la rehabilitación ecológica de áreas ripiaras con arreglos agroforestales en zonas ganaderas del Piedemonte Llanero*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.
- Gutiérrez, R. A., Castro, B. L., & Rivillas, C. A. (2004). Manejo de focos de llagas radicales en cafetales. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *327*, 8.
- Harrison, P. D., & Turner, B. L. (1978). *Pre-Hispanic Maya Agriculture* (1st ed.; P. D. Harrison & B. L. Turner, Eds.). New Mexico.
- Hidalgo, I. L., Pantoja, W. O., & Vélez, J. A. (2009). Evaluación del arreglo agroforestal Morella pubescens h & b ex wild-wilbur asociado con Tigridia pavonia y Zea mays en el municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo. *Revista de Ciencias Agricolas*, *26*(1), 93–115.
- Hidalgo, J. A. (2016). *Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en*

diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.

- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI. (2015). *Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana* (1st ed.; A. Sterling, C. H. Rodriguez, & L. M. Melgarejo, Eds.). Bogota, Colombia.
- Insuasty, E. G. (2011). *Efecto del arreglo silvopastoril aliso (alnus acuminata kunth) y kikuyo (pennisetum clandestinum h.) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño.* Universidad de Nariño.
- Jaramillo, A. (2003). La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales. *Revista de Cenicafé*, *54*(2), 134–144.
- Johansen, O. (2004). *Introducción a la teoría general de sistemas* (1st ed.; G. Noriega, Ed.). México DF: Limusa.
- King, K. F. (1987). The history of agroforestry. In H. A. Steppler & P. K. Nair (Eds.), *Agroforestry a decade of development* (1st ed., p. 345). New York, USA: International Council for Research in Agroforestry Nairobi - ICRAF.
- Leonel, H. F., & Luna, G. C. (2016). *Herramientas didácticas para la formación agroforestal. Pasto, Colombia.* (Universidad de Nariño, Ed.). San Juan de Pasto: Grupo de Investigación PIFIL, Depar- tamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales.
- López, J. C., Riaño, N. M., & López, Y. (2001). Características fotosintéticas de 5 especies forestales. *Revista de Cenicafé*, *52*(3), 161–169.
- López, L., Armbrecht, I., Montoya, J., & Molina, E. J. (2013). Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia. *Avances En Investigación Agropecuaria*, *17*(1), 65–78.
- Luna, G. C. (2011). Laurel de cera (Morella pubescens), especie promisoria de usos múltiples empleada en agroforestería. *Agroforestería Neotropical*, *1*(1), 44–51.
- Mahecha, L., Angulo, J., Salazar, B., Cerón, M., Gallo, J., Molina, C., … Olivera, M. (2008). Supplementation with bypass fat in silvopastoral systems diminishes the ratio of milk saturated / unsaturated fatty acids. *Tropical Animal Health Production*, *40*, 209–216. https://doi.org/10.1007/s11250-007-9082-5

- Maldonado, G., Santana, N., & Jiménez, D. (2004). Sistemas agroforestales: una experiencia participativa con productores de caña panelera. *Innovación y Cambio Tecnológico*, *4*(1), 43–53.
- Marín, M., Andrade, H., & Sandoval, A. (2016). Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia. *Actualidad y Divulgación Cientifica- UDCA*, *19*(2), 351–360.
- Martinez, J. C. (2013). *Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorgánicas del suelo en el valle medio del Río Sinú*. Universidad Nacional de Colombia.
- Martínez, J., Cajas, Y. S., León, J. D., & Osorio, N. W. (2014). Silvopastoral Systems Enhance Soil Quality in Grasslands of Colombia. *Applied and Environmental Soil Science*, *2014*, 8p.
- Melo, O. A. (2015). *Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arborea Roxb., asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellin.
- Melo, O., Martinez, E., & Correa, G. (2012). Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de Gmelina arborea roxb. en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia. *Colombia Forestal*, *15*(2), 215–226.
- Melo, W. F. (2016). *Caracterización Multifuncional Del Modelo Agroforestal "Finca Montemariana" En La Región De Montes De María, Bolívar (Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Menza, H. D., & Peláez, M. J. (2016). Epidemiología de la muerte descendente del cafeto Phoma spp en tres sistemas de producción de café. *Revista de Cenicafé*, *67*(2), 66–77.
- Miler, S. T. (2011). Tipos de Investigación Científica. *Revista de Actualización Clínica*, *9*, 621–624.
- Minorta, V., & Ordoñez, C. M. (2015). Diversidad. florística en arreglos agroforestales asociados a cacao (Theobroma cacao), de cuatro municipios del sur Colombiano. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angorstura*, *2*(2), 80–87.
- Montoya, C., Garcia, J. F., & Barahona, R. (2016). Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano.

Revista de La Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Alimentarias, *22*(3), 205–214.

- Mora, J., & Holguin, V. A. (2013). Reflexiones sobre investigación y desarrollo en sistemas agroforestales campesinos. *Agroforestería Neotropical*, (3), 4–22.
- Moreno, L. F., & Castillo, J. A. (2008). Comportamiento de Alfalfa (Medicago sativa L.), King Grass (Pennisetum sp) y Brasilero (Phalaris spp) para ser usadas como barreras vivas, en sistemas agroforestales de la zona andina. *Revista de Ciencias Agricolas*, *25*(1–2), 114–129.
- Muñoz, D. A., Calvache, D. A., & Yela, J. F. (2013). Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *29*(1), 38–53.
- Muñoz, D. A., Navia, J. F., & Solarte, J. G. (2018). *El conocimiento local en los sistemas silvopastoriles tradicionales: experiencias de investigación en la region andina* (1st ed.). Nariño: Universidad de Nariño.
- Muñoz, H., Pupiales, S., & Navia, J. (2011). Evaluación del estado actual del Nitrógeno en el arreglo silvopastoril aliso Alnus jorullensis. *Revista de Ciencias Agricolas*, *28*(1), 161–176.
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*, *15*(10), 1–14.
- Narváez, Y. A., Luna, G. C., Leonel, H. F., & Ruiz, J. O. (2017). Evaluación del Software Educativo Mundo Agroforestal con Jóvenes Rurales de Nariño, Colombia. *Información Tecnológica*, *28*(2), 135–140. https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200015
- Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 113–122.
- Navia, J., Bacca, T., Benavides, P., & Moran, K. (2002). Reconocimiento y evaluación de la fluctuación de insectos en un arreglo agroforestal con café en el Municipio de la Florida, Nariño. *Revista de Ciencias Agricolas*, *19*, 64–77.
- Navia, J., Criollo, J. C., & Garcia, J. (2001a). Comportamiento del aliso Alnus jorullensis H.B.K. en su fase de establecimiento en un arreglo silvopastoril en las propiedades del suelo del altiplano de Nariño. *Revista de Ciencias Agricolas*, *18*(2), 132–139.

- Navia, J., Criollo, Y. C., & Garcia, J. (2001b). Evaluación de la biomasa del Thitonia diversifolia con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura. *Revista de Ciencias Agricolas*, *18*(2), 122–132.
- Navia, J. F., Restrepo, J. M., Villada, D. E., & Ojeda, P. A. (2003). *Agroforestería : Opción Tecnológica para el Manejo de Suelos en Zonas de Ladera* (1st ed.). Santiago de Cali, Colombia: Fundación para la Investigación y desarrollo Agrícola - FIDAR.
- Navia, J. F., Ruiz, O., & Garcia, J. (2001). Identificación de arreglos agroforestales en la zona cafetera del Valle de Pubenza en el departamento del Cauca. *Revista de Ciencias Agricolas*, *18*(2), 107–121.
- Neita, J., Orozco, J., & Ratcliffe, B. (2006). Escarabajos (scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «bp-t», Chocó, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, *22*(2), 1–32.
- Neita, J C, Cortes, H., & Madrigal, A. (2004). Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de Borojoa patinoi, Cedrela odorata, Apeiba aspera e Inga spectabilis en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó. *Revista Colombiana de Entomología*, *30*(2), 233–239.
- Neita, Jhon César, & Escobar, F. (2012). The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the Pacific lowlands of Colombia. *Agroforestry Systems*, *85*(1), 121–131. https://doi.org/10.1007/s10457-011-9445-9
- Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., Oyola, F., Vega, G., & Suarez, A. E. (2013). Caracterización socioeconómica de □ncas con arreglos agroforestales de la zona sur cafetera de Colombia 1. *Momentos de Ciencia*, *10*(1), 40–48.
- Ordonez, J. (2016). *Agroforestería para la restauración de paisajes*. El Salvador.
- Orjuela, J. A., Andrade, H. J., & Vargas, Y. (2014). Potential of carbon storage of rubber (Hevea brasiliensis Müll. Arg.) plantations in monoculture and agroforestry systems in the Colombian Amazon. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *17*(2), 231–240.
- Páez, A., Bustamante, A. M., Espitia, J. E., & Cárdenas, E. (2014). Análisis del componente suelo en sistemas silvopastoriles establecidos y sistemas tradicionales en fincas ganaderas de piedemonte casanareño. *Ciencia Animal*, (8), 7–19.
- Palacios, V. J., & Bokelmann, W. (2017). Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services : the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of

Putumayo. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, *13*(1), 380–397. https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1391879

- Paladines, M., Suarez, J. C., & Guaca, L. (2017). *Respuestas bioquímicas y daño oxidativo de Theobroma cacao L. en diferentes arreglos agroforestales.* Universidad de la Amazonia.
- Parra, S. D., & Rodríguez, J. (2017). Determination of the Soil Quality Index by Principal Component Analysis in Cocoa Agroforestry System in the Orinoco Region , Colombia. *Agriculture and Ecology Research International*, *10*(3), 8p. https://doi.org/10.9734/JAERI/2017/31346
- Patiño, S., Suarez, L. N., Andrade, H. J., & Segura, M. A. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. *Investigacion Agraria y Ambiental*, *9*(2), 207–206.
- Perez, M., Medina, M. F., Hurtado, A., Arboleda, E. M., & Medina, M. (2019). Reservas de carbono de Cenchrus clandestinus grass (Poaceae) en sistemas tradicionales y silvopastoriles, en diferentes relieves. *Biologia Tropical*, *67*(4), 769–783.
- Piñeros, R., & Mora, J. (2015). Índice de temperatura y humedad para pastos convencionales y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia. *Zootecnia Tropical*, *33*(3), 207–216.
- Polania, Y., Mora, J., Serrano, R., & Piñeros, R. (2013). Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del valle cálido del Magdalena tolimense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, *6*(1), 59–67.
- Poveda, G., Jaramillo, A., & Mantilla, R. (2000). Influencia del evento cálido del pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia. *Revista de Cenicafé*, *51*(4), 263–271.
- Racero, J., Pinedo, J., Ballesteros, J., & Marrugo, J. (2017). Metales pesados en especies de murciélagos (quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de córdoba, Colombia. *Acta Zoologica Mexicana*, *33*(1), 45–55.
- Ramirez, A., Velez, J., Sañudo, B., Muñoz, J., Navia, J., & Ruiz, H. (2002). Evaluación preliminar de un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo y su influencia sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. *Revista de Ciencias Agricolas*, *19*(1–2), 78–91.

- Ramírez, J. B., Libreros, H. F., & Suarez, J. C. (2013). Caracterización de los sistemas productivos y percepción de los agricultores sobre agroforestería: caso conformación red silvopastoril, Colombia. *Ingenierías y Amazonia*, *6*(2), 99–106.
- Ramírez, M., Montoya, J., & Armbrecht, I. (2009). Importancia de la heterogeneidad de hábitats para la biodiversidad de hormigas en los andes de Colombia. *Acta Agronomica*, *25*(2), 97–102.
- Rico, A., & Suárez, J. C. (2018). Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana. *Revista de Ciencias Agricolas*, *34*(1), 26–35.
- Rivera, J. E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril intensivo (sspi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte amazónico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, *27*(10), 9p.
- Rockembach, O. C., & Hart, R. D. (1985). *Diagramación de Fincas: Herramientas para presentar sistemas agropecuarios* (1st ed.). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.
- Rodríguez, E., Suarez, J. C., & Vega, G. A. (2012). Atributos sensoriales de taza en sistemas agroforestales de café (Coffea arabica L.) en el sur de Colombia. *Ingenierías y Amazonia*, *5*(2), 80–88.
- Rodríguez, G., & Roncallo, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia , Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *14*, 77–89.
- Rodríguez, L., Ule, L. C., & Suarez, J. C. (2019). Formation of Macroaggregates and Organic Carbon in Cocoa Agroforestry Systems. *Floresta e Ambiente*, *26*(3), 1–12.
- Rojas, J., Caicedo, C., & Jaimes, Y. (2017). Biomass decomposition dynamic in agroforestry systems with Theobroma cacao L . in Rionegro , Santander (Colombia). *Agronomia Colombiana*, *35*(2), 182–189. https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v35n2.60981
- Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., & Murillo, J. (2013). Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (Pachira quinata). *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *13*(2), 167–178.

- Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J., & Del Toro, R. (2009). Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria*, *10*(1), 60–69.
- Rosas, G., Muñoz, J., & Suarez, J. C. (2016). Incidencia de sistemas agroforestales con Hevea brasiliensis (Willd . ex A . Juss .) Müll . Arg . sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el departamento de Caquetá, Colombia. *Agroecología y Sistemas de Uso Del Suelo*, *65*(2), 116–122.
- Saavedra, D., Murcia, V., Machado, L., Estrada, L. F., & Ordoñez, C. M. (2019). Propiedades Físicas y Químicas de Suelos y su Relación con Sistemas de Producción en el Municipio Campoalegre, Departamento del Huila, Colombia. *Bioagro*, *32*(2), 151–158.
- San Martin, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas . ti : recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *16*(1), 104–122.
- Sanabria, C., & Achury, R. (2011). Hormigas legionarias (formicidae: ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá (Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, *16*(1), 219–224.
- Sanabria, M., & Chacón, P. (2011). Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano : diversidad y especies indicadoras. *Acta Amazónica*, *41*(4), 503–512.
- Sánchez, L. M., Botero, J. E., & Gonzalo, J. (2007). Estructura diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia. *Revista de Cenicafé*, *58*(4), 304–323.
- Sánchez, L. M., Duran, S. M., Vélez, G. J., García, R., & Botero, J. E. (2008). Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia. *Avances Tecnicos Cenicafé*, *378*, 8.
- Sánchez, V., Delreal, G., Plazas, C., & Pérez, G. (2015). Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia. *Pastos y Forrajes*, *38*(1), 73–79.
- Sánchez, D. V. (2016). *Dinámica del carbono orgánico en suelos de sistemas agroforestales cafeteros en Tibacuy*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.
- Siemens, A. H., & Puleston, D. E. (1972). Campos con surcos y características asociadas

en el sur de Campeche: nuevas perspectivas sobre las tierras bajas maya. *American Antiquity*, *37*(2), 228–239.

- Silva, A., Garay, S., & Gómez, A. (2018). Impacto de Alnus acuminata kunth en los flujos de N2O y calidad del pasto Pennisetum clandestinum hochst. Ex chiov. *Colombia Forestal*, *21*(1), 47–57.
- Sterling, A., Suarez, J. C., Caicedo, D. F., Rodríguez, C. H., Salas, Y. M., & Virgüez, Y. (2015). Crecimiento inicial de clones promisorios de Hevea brasiliensis (willd. Ex a. Juss.) Müll. Arg. En sistema agroforestal en Caquetá, Colombia. *Colombia Forestal*, *18*(2), 175–192.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa . Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (1st ed.; Universidad de Antioquia, Ed.). Medellin, Colombia: Publications, Inc.
- Stuardo, R. L. (2002). *La Organización de la Producción Agrícola en un Centro Maya del Clásico: Patron de Asentamiento En La Región de Palenque* (1st ed.; Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ed.). Chiapas, México.
- Suarez, J. C. (2017). *Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L. bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Suarez, J. C., Duran, E. H., & Rosas, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana Soil macrofauna associated to agroforestal systems in Colombian Amazon. *Acta Agronomica*, *64*(3), 214–220.
- Suarez, J. C., Melgarejo, L. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., DaMatta, F. M., & Armas, C. (2018). Photosynthesis limitations in cacao leaves under different agroforestry systems in the Colombian Amazon. *PLoS ONE*, *13*(11), 1–13.
- Tamayo, J. G., Ayala, S., & Medina, M. (2019). Respuesta del aliso (Alnus acuminata Kunth) inoculado con Frankia sp . y hongos HMA a tres niveles de excretas líquidas porcinas en San Pedro (Antioquia , Colombia) Response of Alder (Alnus acuminata Kunth) inoculated with Frankia sp and AMF at two. *Livestock Research for Rural Development*, *24*(10), 8p.
- Terrones, E. (2016). Nivel predictivo de la investigación científica. Retrieved from Compilación de artículos periodísticos y de investigación escritos por Eudoro Terrones

Negrete website: http://eudoroterrones.blogspot.com/2016/05/nivel-predictivo-de-la-investigacion.html

- Toro, C. A., Duran, E. H., & Suarez, J. C. (2015). Descomposición de hojarasca asociada a arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana. *Momentos de Ciencia*, *21*(1), 39–45.
- Torres, C. (2010). Potencialidad de las actividades agroforestales orientadas a la generación de activos de carbono en Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, *19*(27), 39–45.
- Triana, L., Rodríguez, C., & García, J. (2006). Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el Trapecio Amazónico (Colombia). *Agronomia Colombiana*, *24*(1), 158–169.
- Turner, B. L., & Johnson, W. C. (1979). A Maya Dam in the Copan Valley, Honduras. *American Antiquity*, *44*(2), 299–305.
- Vega, G., Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., & López, C. F. (2014). Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (Coffea abarica) en el sur de Colombia. *Investigacion Agraria y Ambiental*, *5*(1), 213–221.
- Velásquez, S., & Jaramillo, A. (2009). Redistribución de la lluvia en diferentes coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia. *Revista de Cenicafé*, *60*(2), 148–160.
- Wadsworth, J. (1996). *Análisis de sistemas de producción animal Tomo 1 : Las bases conceptuales* (1st ed.). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- FAO.
- Yanqueno, A. R., Luna, G. C., & Leonel, H. F. (2018). Eficacia del material didáctico “Agroforestería para agricultores” de tres zonas del departamento de Nariño. *Luna Azul*, *47*(2), 21–35. https://doi.org/10.17151/luaz.2019.47.2
- Zambrano, M., Montenegro, J., & Reyer, H. (2018). Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos Vijagual y Jongovito (Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, *65*(3), 235–251. https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76462
- Zapata, P. C. (2019). Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca , Colombia. *Ciencia Forestal*, *29*(2), 1–13.
- Zapata, P. C., Andrade, H. J., & Nieto, Z. K. (2017). Comportamiento ecofisiológico del

cafeto (Coffea arabica L.) cv. castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca. *Actualidad y Divulgación Cientifica*, *20*(1), 61–70.

- Zuluaga, J J, Osorio, V. E., Gutiérrez, B., Romero, J., Martinez, J., Bocanegra, W., & Solipa, F. (2011). *Experiencias de desarrollo forestal y agroforestal en el Caribe Colombiano* (1st ed.; John Jairo Zuluaga & V. E. Osorio, Eds.). Retrieved from http://hdl.handle.net/20.500.12324/13075

10 ANEXOS

Anexo 1: Publicaciones sobre investigación en SAF y SSP.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
AGROSAVIA	2012	Álvarez, F., Rojas, J. & Suarez, J. C. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 13(2), 145-150.
AGROSAVIA	2015	Álvarez, F., Rojas, J. & Suárez, J. C. (2015). Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de Theobroma cacao L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 16(2),307-314.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2016	Andrade, H. J. & Segura, M. A. (2016). Dinámica de la sombra de Cordia alliodora en sistemas agroforestales con Café en Tolima, Colombia. Revista Agronomía Costarricense, 40 (2). 77-86.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2018	Andrade, H. J. C., Segura, M. A., Feria, M. & Suarez, W. (2018). Above-ground biomass models for coffee bishes (Coffea arabica L.) in Líbano, Tolima, Colombia Revista Agroforestry Systems, 92. 775-784.
AGROSAVIA	2017	Andrade, H. J., Arteaga, C. C. & Segura, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 18(1),103-112.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN	2009	Arango, J. U., Zuluaga, G. P. & Peñarete, D. I. (2009). Evaluación florística y estructural en sistemas agroforestales simultáneos en territorios de comunidades Embera del Atrato Medio Antioqueño Colombia. Revista Investigación, Biodiversidad y Desarrollo, 28 (1). 11-31.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2016	Arcos, J. C. (2016). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena (Leucaena leucocephala) en la Hacienda El Chaco. (Tesis de maestría). Universidad del Tolima. Tolima.
CENICAFE	2014	Arias, J. J., Riaño, N. M. & Aristizábal, M. (2014). Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sombrío usadas en cafetales de Colombia Revista Cenicafe, 65 (2) 7-17.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	2009	Arias, L.M., Camargo, J. C., Dossman, M.A., Echeverry, M.A., Rodríguez, J.A., Molina, C.H., Molina, E.J. & Melo, I.D. (2009). Estimación de biomasa aérea y desarrollo de modelos alométricos para Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles de alta densidad en el Valle del cauca, Colombia. Revista Recursos Naturales y Ambiente, 58 32-39.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	2019	Perez, M., Medina, M. F., Hurtado, A., Arboleda, E. M., & Medina, M. (2019). Reservas de carbono de cenchrus clandestinus grass (Poaceae) en sistemas tradicionales y silvopastoriles, en diferentes relieves. Revista de Biología Tropical. 67 (4), 769-783.
ANT	2018	Ávila, C. A., De los Ríos, I., & Martin, S. (2018). Illicit crops substitution and rural prosperity in armed conflict areas: A conceptual proposal based on the Working With People model in Colombia Land Use Policy. 72, 201-214.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
UDCA	2018	Báez, E. Y. (2018). Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco (Cariniana piryformis M), teca (Tectona grandis L.f.) y cacao (Theobroma cacao L.) en un sistema agroforestal en los municipios de Rionegro, Santander y Muzo, Boyacá. (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Boyacá.
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	2019	Ballesteros J., Morelo L., Pérez J. (2019). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en córdoba, Colombia. Caldasia. 41 (1), 224-234.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2006	Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R. (2006). Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y Frontera, Tumaco, Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas, 23 (1-2). 54-73.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2008	Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R. (2008). Sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y frontera en Tumaco, Nariño, Colombia. Revista Agroforestería en las Américas, 46. 73-80.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2009	Ballesteros, W., Ordoñez, H. R. & Navia, J. F. (2009). Diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacífica de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas, 26 (1). 154-170.
AGROSAVIA	2019	Barragán, W. A. & Cajas, Y. S. (2019). Cambios bromatológicos y estructurales en Megathyrsus maximum bajo cuatro arreglos silvopastoriles. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 20(2), 231-244
CIAT	2004	Barrios, E. & Cobo, J.G. (2004). Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia. Agroforestry Systems. 60, 255-265.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2007	Bermúdez, M. B. (2007). Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia (Tesis de maestría). Universidad del Tolima. Caldas.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2008	Botina, A. A., Bravo, S. A. & Luna, G. C. (2008). Evaluación del comportamiento de Watsimba tigridia pavonia bajo tres distancias de siembra en un arreglo agroforestal con laurel de cera Morella pubescens h&b ex willd-wilbur en el municipio de Sibundoy, Putumayo. Revista de Ciencias Agrícolas, 15 (1-2). 77-96.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	2015	Bueno, L. & Camargo, J. C. (2015). Nitrógeno edáfico y nodulación de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit en sistemas silvopastoriles. Revista Acta Agronómica, 64 (4). 349-354.
SENA	2018	Buitrago, M. E., Ospina, L. A. & Narváez, W. (2018). Gases de efecto invernadero: sistemas silvopastoriles como alternativa de mitigación y adaptación. Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, 22 (1). 31-42.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2014	Cabrera, J. L., Muñoz, H. E. & Vélez, J. A. (2014). Evaluación de algunas propiedades químicas del suelo en un arreglo agroforestal Morella pubescens H.B.K y Lupinus mutabilis L. Pasto, Nariño. Revista Agroforestería Neotropical, 4. 12-25.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
AGROSAVIA	2001	Cajas Y., Sinclair F. (2001). Caracterización de sistemas silvopastoriles multistrata en pastizales secos estacionales en la región caribeña de Colombia. Agroforestry Systems. 53, 215-225.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	2005	Camargo, J. C., Feijoo, A., Zúñiga, M. C, Cardona, H. & Gaviria, J. (2005). Silvopastoral systems with isolated timber trees within pastures in the Coffee region of Colombia. Livestock Research for Rural Development, 17 (5). Article 51.
UNIVERSIDAD DE LA SALLE	2012	Cárdenas, E., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Páez, A. (2012). Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare. Revista Médica Veterinaria, 24. 51-57.
CENICAFE	2005	Cardona, D. A. & Sadeghian, S. (2005a). Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros Avances Técnicos Cenicafe, 335. 8p.
CENICAFE	2005	Cardona, D. A. & Sadeghian, S. (2005b). Ciclo de nutrimentos y actividad microbiana en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de Inga spp Revista Cenicafe, 56 (2). 127-141.
CENICAFE	2005	Cardona, D. A. & Sadeghian, S. (2005c). Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar Revista Cenicafe, 56 (4). 348-364.
CENICAFE	2005	Cardona, D. A. & Sadeghian, S. (2005d). Aporte de material orgánico y nutrientes en cafetales al sol y bajo sombrío de guamo Avances Técnicos Cenicafe, 334. 8p.
UNIVERSIDAD DE CALDAS	2018	Castañeda, R. D., Piñeros, R. & Vélez, A. (2018). Follaje de arbóreas tropicales en alimentación de ovinos (Ovis aries): consumo, digestibilidad y balance de Nitrógeno. Boletín Científico del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas. 22 (1), 58-68.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2012	Castro, L., Suarez, J. C. & López, C. F. (2012). Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café (Coffea arabica L.) del sur de Colombia Revista Ingenierías y Amazonia, 5 (1). 17-29.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2015	Cerquera, B. Y., Ramírez, C. J. & Jiménez, D. A. (2015). Competencia de nutrientes en cultivo de café (Coffea arábica l.) asociado bajo sistemas agroforestales Revista Ingenierías y Amazonia, 18 (1). 38-47.
UDCA	2015	Chávez A., Duarte H., Zener I. (2015). Entomofaunal comparison under three landscape conditions at the cerro de Juaica (Tenjo, Cundinamarca) Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 18 (1), 127-136.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2019	Cherubin, M. R., Chavarro, J. P. & Silva, A. M. (2019). Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon Agroforestry Sistems, 93. 1741-1753.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2004	Clement, C. R., Weber, J. C., Leeuwen, J., Astorga, C., Cole, D. M., Arévalo, L. A. & Arguello, H. (2004). Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. Revista Agroforestry Systems, 61. 195-206.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	2005	Combatt, E. M., Martinez, G. & Polo, J. (2005). Características química y Física de los suelos Agroforestales de la zona alta de Córdoba. Revista Temas Agrarios, 10 (2). 5-14.
AGROSAVIA	2010	Cuéllar, N.D. & Arrieta, J.M. (2010). Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosasinensis L, (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 11(1), 61-72.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN	2004	De los Ríos, J. C. & Vélez, L. D. (2004). Análise da sustentabilidade em Agroecosistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové (Antioquia, Colômbia). Revista da Facultad Nacional de Agronomía, 57 (1). 2279-2308.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2016	Delgado I., Daza J., Lina G., Leonel H., Forero L. (2016). Cuantificación de carbono radical Morella pubescens (humb. & bonpl. Ex willd.) Wilbur en dos agroecosistemas (Nariño, Colombia) Revista Colombia Forestal. 19 (2), 209-218.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2013	Duran, E. H. & Suarez, J. C. (2013). Fauna del suelo y hojarasca en arreglos agroforestales de la Amazonia Colombiana. Revista Momentos de Ciencia, 10 (1). 59-66.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2015	Duran, E. H., Ángel, Y. K. & Suarez, J. C. (2015). Dinámica de la radiación fotosintéticamente activa en arreglos agroforestales con Hevea brasilienses en el norte de la amazonia colombiana. Revista U.D.C.A. Actualidad Divulgación Científica, 18 (2). 365-352.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2018	Duran, E. H., Rodríguez, L. & Suarez, J. C. (2018). Relación entre macroinvertebrados y propiedades del suelo bajo diferentes arreglos agroforestales en la Amazonia-Andina, Caquetá, Colombia Colombia Revista Acta Agronómica, 67 (3). 395-401.
AGROSAVIA	2019	Escobar, L. D., Guatusmal, C., Meneses, D. H., Cardona, J. L. & Castro, E. (2019). Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico alto andino colombiano Agronomía Mesoamericana. 30 (3), 803-819.
CENICAFE	2009	Farfán F. & Baute, J. E. (2009). Efecto del arreglo espacial del café y del sombrío sobre la producción de café Revista Cenicafe, 60 (4). 313-323.
CENICAFE	2011	Farfán, F. & Hincapié, E. (2011). Valoración de la sostenibilidad ambiental mediante indicadores de calidad del suelo en sistemas de producción de café en Colombia Revista Cenicafe, 62 (1). 100-118.
CENICAFE	2008	Farfán, F. & Jaramillo, A. (2008). Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café Revista Cenicafe, 59 (1). 39-54.
CENICAFE	2009	Farfán, F. & Jaramillo, A. (2009). Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región Avances Técnicos Cenicafe, 379. 8p.
FEDECAFE	2004	Farfán, F. & Mestre, A. (2004). Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
		fertilizantes. Revista de Cenicafe, 52 (2). 161-174.
CENICAFE	2004	Farfán, F. & Mestre, A. (2004a). Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia Revista Cenicafe, 55 (3). 232-245.
CENICAFE	2004	Farfán, F. & Mestre, A. (2004b). Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana Avances Técnicos Cenicafe, 330. 8p.
CENICAFE	2014	Farfán, F. & Rendón, J, R. (2014). Producción de madera por las variedades Castillo ® y Tabi en sistemas agroforestales Avances Técnicos Cenicafe, 448. 4p.
CENICAFE	2014	Farfán, F. & Sanchez, P. M. (2014). Producción sostenible de café bajo estructura arbórea diversa Revista Cenicafe, 65 (1). 27-33.
CENICAFE	2016	Farfán, F. & Sánchez, P. M. (2016). Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales en el departamento de Santander Colombia Revista Cenicafe, 67 (1). 55-62.
CENICAFE	2004	Farfán, F. & Urrego, J. B. (2004). Comportamiento de las especies forestales Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis como sombrío e influencia en la productividad del café Revista Cenicafe, 55 (4). 317-329.
CENICAFE	2007	Farfán, F. & Urrego, J. B. (2007). Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de Coffea arabica Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis en sistemas agroforestales con café Revista Cenicafe, 58 (1). 20-39.
CENICAFE	2010	Farfán, F. (2010). Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales Revista Cenicafe, 61 (1). 7-27.
CENICAFE	2019	Farfán, F. F. (2019). Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café Avances Técnicos Cenicafe, 501.
CENICAFE	2010	Farfán, F.& Baute, J. E. (2010). Efecto del sombrío con especies leguminosas a diferentes densidades de siembra sobre la producción de café Revista Cenicafe, 61 (1). 35-45.
CENICAFE	2003	Farfán, F., Arias, J. J. & Riaño, N. M. (2003). Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café Revista Cenicafe, 54 (1). 24-34.
CENICAFE	2008	Farfán, F., Baute, J. E. & García, J. C. (2008). Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café en la zona cafetera norte de Colombia Revista Cenicafe, 59 (1). 29-38.
CENICAFE	2016	Farfán, F., Rendon, J. R. & Menza, H. D. (2016). Densidad de siembra de coffea Arabica variedad Tabi en sistemas agroforestales en tres zonas cafeteras de Colombia Revista Cenicafe, 67 (2). 52-57.
AGROSAVIA	2006	Farfán, P. D., Insuasty, O. & Casierra, F. (2006). Distribución espacio temporal y daño ocasionado por Pestalotia spp. en frutos de guayaba. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 7(2), 89-98.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2014	Fernández, C. A., Noriega, J. E., Duran, E. H. & Suarez, J. C. (2014). Interceptación de lluvia en diferentes especies en arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana Revista Momentos de Ciencia, 11 (1). 28-34.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
UNIVERSIDAD DEL VALLE	2016	Flórez F. (2016). Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas). Revista de Ciencias. 20 (2), 109-123.
CENICAFE	2008	García, J. C. (2008). Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de Erythrina fusca como sombrío y tres niveles de fertilización Revista Cenicafe, 59 (4). 361-373.
FEDECAFE	2009	García, J. C. (2009). Respuesta del Café Variedad Tabi a la fertilización, en un sistema agroforestal con Erythrina fusca, en la Zona Norte de Colombia. Avances Técnicos Cenicafe, 382. 4p.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2007	García, L. A., Álzate, V. M., Dávila, G. A. & Navia, J. F. (2007). Degradación de la materia seca del matarratón Gliricidia sepium y su relación con la liberación de Nitrógeno en arreglos agroforestales. Revista de Ciencias Agrícolas, 24 (1-2). 11-19.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN	2015	Gaviria, X., Naranjo, J. F., Bolívar, D. M. & Barahona, R. (2015). Consumo y digestibilidad en novillos cebuinos en un sistema silvopastoril intensivo. Archivos de Zootécnica. 64 (245), 21-27.
CENICAFE	2013	Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera, J. A. & Montero, M. I. (2013). Investigación en sistemas productivos sostenibles en la Amazonia norte colombiana (arreglos agroforestales, arreglos de enriquecimiento forestal) Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).
CENICAFE	2004	Giraldo, J. F. & Jaramillo, A. (2004). Ciclo hidrológico y transporte de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo Revista Cenicafe, 55 (1). 52-68.
CENICAFE	2015	Giraldo, M., Benavides, P., Rendon, J. R., Montoya, D., Farfan, F. & Trejos, J. F. (2015). Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de Colombia y su clave ilustrada Revista Cenicafe, 66 (2). 58-72.
CENICAFE	2009	Gonzales, H., Sadeghian, S., Zapata, R. D. & Mejía, B. (2009). Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de Caldas Revista Cenicafe, 59 (4). 310-320.
CENICAFE	2009	González, H., Zapata, R. D. & Sadeghian, S. (2009). Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de Caldas Revista Cenicafe, 25 (40). 25-40.
SENA	2018	Grisales, D. O., Rojas, L. C., Bonilla, D. B., Saavedra, D., Perdomo, J. A., Narváez, B. F. & Ordoñez, C. M. (2018). Sistemas silvopastoriles para zona de bosque seco, como alternativa sostenible de producción Neiva, Colombia. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2018	Gualteros, J. N. (2018). Resiliencia alimentaria en fincas con sistemas agroforestales bajo el modelo de alianzas productivas en el municipio de Muzo, Boyacá. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Boyacá.
UDCA	2014	Gutiérrez, A. J. (2014). Rehabilitación ecológica de áreas ripiaras con arreglos agroforestales en zonas ganaderas del Piedemonte Llanero. (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Meta.
CENICAFE	2004	Gutiérrez, R. A., Castro, B. L. & Rivillas, C. A. (2004). Manejo de focos de llagas radicales en cafetales Avances Técnicos Cenicafe, 327. 8p.
UNIVERSIDAD	2009	Hidalgo, I. L., Pantoja, W. O. & Vélez, J. A. (2009). Evaluación del arreglo agroforestal Morella pubescens h & b

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
DE NARIÑO		ex wild-wilbur asociado con Tigridia pavonia y Zea mays en el municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo. Revista de Ciencias Agrícolas, 26 (1). 93-115.
UDCA	2016	Hidalgo, J. A. (2016). Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafeteros en Pacho- Cundinamarca. (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Cundinamarca.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2011	Insuasty, E. G. (2011). Efecto del arreglo silvopastoril aliso (Alnus acuminata kunth) y kikuyo (Pennisetum clandestinum h.) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. (Tesis de maestría). Universidad de Nariño. Nariño.
CENICAFE	2003	Jaramillo, A. & Chaves, B. (2003). La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista Cenicafe, 54 (2). 134-144.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2016	Leonel, H. F. & Luna, G. C. (2016). Herramientas didácticas para la formación agroforestal. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño.
CENICAFE	2001	López, J. C., Riaño, N. M. & López, Y. (2001). Características fotosintéticas de cinco especies forestales Revista Cenicafe, 52 (3). 161-169.
UNIVERSIDAD DEL VALLE	2013	López, L., Armbrecht, I., Montoya, J. & Molina, E, J. (2013). Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia. Avances en Investigación Agropecuaria. 17 (1), 65-78.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2011	Luna, G. C. (2011). Laurel de cera (Morella pubescens), especie promisoria de usos múltiples empleada en agroforestería. Revista Agroforestería Neotropical, 1 (1). 44-51.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	2008	Mahecha L., Angulo J., Salazar B., Cerón M., Gallo J., Molina C., Suarez J., Lopera J., Olivera M. (2008). Supplementation with bypass fat in silvopastoral systems diminishes the ratio of milk saturated/unsaturated fatty acids Tropical Animal Health Production. 40, 209-216.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2004	Maldonado, G., Santana, N. & Jiménez, D. (2004). Sistemas agroforestales: una experiencia participativa con productores de caña panelera. Revista innovación y cambio tecnológico, 4 (1). 43-53.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2016	Marín M., Andrade H., Sandoval A. (2016). Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 19 (2), 351-360.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2013	Martinez, J. C. (2013). Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorganicas del suelo en el valle medio del Rio Sinú. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Antioquia.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2014	Martinez, J., Cajas, J. S., León, J. D. & Osorio, N. W. (2014). Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. Applied and Environmental Soil Science. 8p.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2015	Melo, O. A. (2015). Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arborea Roxb., asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Antioquia.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2012	Melo, O., Martinez, E. & Correa, G. (2012). Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de Gmelina arborea roxb. en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia. Revista Colombia Forestal, 15 (2). 215-226.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2016	Melo, W. F. (2016). Caracterización multifuncional del modelo agroforestal, Finca Montemariana, en la región de Montes de María. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bolívar.
CENICAFE	2016	Menza, H. D. & Peláez, M. J. (2016). Epidemiología de la muerte descendente del cafeto Phoma spp en tres sistemas de producción de café Revista Cenicafe, 67 (1). 66-77.
SENA	2015	Minorta, V. & Ordoñez, C. M. (2015). Diversidad. florística en arreglos agroforestales asociados a cacao (Theobroma cacao), de cuatro municipios del sur colombiano. Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angorstura, 2 (2). 80-87.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	2015	Montoya C., García J. Barahona R. (2015). Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano. Revista de la Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Alimentarias. 22 (3), 205-214.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2013	Mora, J. & Holguín, V. A. (2013). Reflexiones sobre investigación y desarrollo en sistemas agroforestales campesinos. Revista Agroforestería Neotropical, 3. 4-22.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2008	Moreno, L. F. & Castillo, J. A. (2008). Comportamiento de Alfalfa (Medicago sativa L.), King Grass (Pennisetum sp) y Brasilero (Phalaris spp) para ser usadas como barreras vivas, en sistemas agroforestales de la zona andina. Revista de Ciencias Agrícolas, 25 (1-2). 114-129.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2018	Muñoz, D. A., Navia, J. F. & Solarte, J. G. (2018). El conocimiento local en los Sistemas Silvopastoriles Tradicionales: Experiencias de investigación en la Región Andina. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2012	Muñoz, D., Calvache, D. & Yela, J. (2012). Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas, 30 (1). 38-53.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2011	Muñoz, H. Pupiales, S. & Navia, J. (2011). Evaluación del estado actual del Nitrógeno en el arreglo silvopastoril aliso Alnus jorullensis. Revista de Ciencias Agrícolas, 28 (1). 161-175.
CIPAV	2003	Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development, 15 (10). Article 78.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2016	Narváez, Y. A., Luna, G. C., Leonel, H. F. & Ruiz, J. O. (2016). Evaluación del Software Educativo Mundo Agroforestal con Jóvenes Rurales de Nariño, Colombia. Revista Información Tecnológica, 28 (2). 135-140.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2001	Navia, J. (2001). Comportamiento del maíz bajo un arreglo agroforestal en el Valle del Cauca. Revista de Ciencias Agrícolas, 18 (2). 114-124.
UNIVERSIDAD	2001	Navia, J. F., Ruiz, O. & García, J. (2001). Identificación de arreglos agroforestales en la zona cafetera del Valle de

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
DE NARIÑO		Pubenza en el departamento del Cauca. Revista de Ciencias Agrícolas. 18 (2). 107-121.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2002	Navia, J., Bacca, T., Benavides, P. & Moran, K. (2002). Reconocimiento y evaluación de la fluctuación de insectos en un arreglo agroforestal con café en el Municipio de la Florida, Nariño. Revista de Ciencias Agrarias, 19 (1-2). 64-77.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2001	Navia, J., Criollo, J. C. & García, J. (2001). Comportamiento del aliso Alnus jorullensis H.B.K. en su fase de establecimiento en un arreglo silvopastoril en las propiedades del suelo del altiplano de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas, 18 (2). 132-139.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2000	Navia, J., Criollo, Y. C. & García, J. (2000). Evaluación de la producción de biomasa del Thitonia diversifolia con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura. Revista de Ciencias Agrícolas, 18 (2). 122-132.
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL CHOCO	2006	Neita J., Orozco J., Ratcliffe B. (2006). Escarabajos (scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «bp-t», Chocó, Colombia. Acta Zoológica Mexicana. 22 (2), 1-32.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2011	Neita, J. C. & Escobar, F. (2011). The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the pacific lowlands of Colombia. Agroforestry Systems. 85, 121-131.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2004	Neita, J. C., Cortes, H. & Madrigal, A. (2004). Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de Borojoa patinoi, Cedrela odorata, Apeiba aspera e Inga spectabilis en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó. Revista Colombiana de Entomología, 30 (2). 233-239.
SENA	2013	Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., Oyola, F., Vega, G. & Suarez, A. E. (2013). Caracterización socioeconómica de fincas con arreglos agroforestales de la zona sur cafetera de Colombia. Revista Momentos de Ciencia, 10 (1). 40-48.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2014	Orjuela, J. A., Andrade, H. J. & Vargas, Y. (2014). Potential of carbon storage of rubber (Hevea brasiliensis Müll. Arg.) plantations in monoculture and agroforestry systems in the Colombian Amazon. Journal Tropical and Subtropical Agroecosystems,17 (2). 231-240.
UNIVERSIDAD DE LA SALLE	2011	Páez, A., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Cárdenas, E. (2011). Análisis del componente suelo en sistemas silvopastoriles establecidos y sistemas tradicionales en fincas ganaderas de piedemonte casanareño Colombia. Revista de Ciencia Animal, 8. 7-19.
UDCA	2017	Palacios, V. J. & Bokelmann, W. (2017). Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo International Journal of Biodiversity Science, ecosystem Services & Management, 13 (1), 380-397.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2017	Paladines, M., Suarez, J. C. & Guaca, L. (2017). Respuestas bioquímicas y daño oxidativo de Theobroma cacao L. en diferentes arreglos agroforestales. (Tesis de maestría). Universidad de la Amazonia. Caquetá.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	2017	Parra, S. D. & Rodríguez, J. (2017). Determination of the Soil Quality Index by Principal Component Analysis in Cocoa Agroforestry System in the Orinoco Region, Colombia. Journal of Agriculture and Ecology Research International, 10 (3). 44044
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2018	Patiño, S., Suarez, L. N., Andrade, H. J. & Segura, M. A. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 9(2). 121 - 134.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2015	Piñeros, R. & Mora, J. (2015). Índice de temperatura y humedad para pastos convencionales y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia. Zootecnia Tropical. 33 (3), 207-216.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2013	Polania, Y., Mora, J., Serrano, R. & Piñeros, R. (2013). Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del Valle cálido del Magdalena tolimense (Colombia). Revista Colombiana de Ciencia Animal, 6 (1). 59-67.
CENICAFE	2000	Poveda, G., Jaramillo, A. & Mantilla, R. (2000). Influencia del evento cálido del Pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia Revista Cenicafe, 51 (4). 263-271.
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	2017	Racero, J., Pinedo, J., Ballesteros, J. & Marrugo, J. (2017). Metales pesados en especies de murciélagos (quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de córdoba, Colombia. Acta Zoológica Mexicana. 33 (1), 45-55.
CIPAV	2009	Ramírez M., Montoya J., Armbrecht I. (2009). Importancia de la heterogeneidad de hábitats para la biodiversidad de hormigas en los andes de Colombia. Acta Agronómica. 25 (2), 97-102.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2002	Ramírez, A., Vélez, J., Sañudo, B., Muñoz, J., Navia, J. & Ruiz, H. (2002). Evaluación preliminar de un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo y su influencia sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Revista de Ciencias Agrícolas, 19 (1-2). 78-91.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2013	Ramírez, J. B., Libreros, H. F. & Suarez, J. C. (2013). Caracterización de los sistemas productivos y percepción de los agricultores sobre agroforestería: caso conformación red silvopastoril, Colombia. Revista Ingenierías y Amazonia, 6 (2). 99-106.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2018	Rico, A. & Suarez, J. C. (2018). Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana Revista de Ciencias Agrícolas, 34 (1). 26-35.
CIPAV	2015	Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., Chara, J. & Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril intensivo (sspi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte amazónico colombiano. Livestock Research for Rural Development, 27 (10). Article 189.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2012	Rodríguez, E., Suarez, J. C. & Vega, G. A. (2012). Atributos sensoriales de taza en sistemas agroforestales de café (Coffea arabica L.) en el sur de Colombia Revista Ingenierías y Amazonia, 5 (2). 80-88.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
AGROSAVIA	2013	Rodríguez, G. & Roncallo, B. (2013). Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 14(1), 77-89.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2019	Rodríguez, L., Ule, L. C. & Suarez, J. C. (2019). Formation of Macroaggregates and Organic Carbon in Cocoa Agroforestry Systems Floresta e Ambiente, 26 (3). 1. - 12.
AGROSAVIA	2017	Rojas J., Caicedo C., Jaimes Y. (2017). Dinámica de descomposición de biomasa en sistemas agroforestales con teobroma cacao l. En Rionegro, Santander (Colombia). Agronomía Colombiana. 35 (2), 182-189.
AGROSAVIA	2012	Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R.& Murillo, J. (2012). Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (Pachira quinata (Jacq.) W.S. Alverson) Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 13(2), 167 - 178.
AGROSAVIA	2009	Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J. & Del Toro, R. (2009). Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena. Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 10(1), 60-69.
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA	2016	Rosas, G., Muñoz, J. & Suarez, J. C. (2016). Incidencia de sistemas agroforestales con Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Mull. Arg. sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el departamento de Caquetá, Colombia. Revista Agroecología y Sistemas de Uso del Suelo, 65 (2). 116-122.
SENA	2019	Saavedra, D., Murcia, V., Machado, L., Estrada, L. F. & Ordoñez, C. M. (2019). Propiedades Físicas y Químicas de Suelos y su Relación con Sistemas de Producción en el Municipio Campoalegre, Departamento del Huila, Colombia Bioagro. 31 (2), 151-158.
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	2015	Sánchez V., Delreal G., Plazas C., Pérez G. (2015). Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia. Pastos y Forrajes. 38 (1), 73-79.
UNIVERSIDAD DEL VALLE	2011	Sanabria C., Achury R. (2011). Hormigas legionarias (formicidae: Ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá (Colombia). Acta Biológica Colombiana. 76 (1), 219-224 .
UNIVERSIDAD DEL VALLE	2011	Sanabria M., Chacón P. (2011). Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras. Acta Amazónica. 41 (4), 503-512.
CENICAFE	2008	Sánchez, L. M., Duran, S. M., Vélez, G. J., García, R. & Botero, J. E. (2008). Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia Avances Técnicos Cenicafe, 378. 8p
CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE	2016	Sánchez, D. V. (2016). Dinámica del carbono orgánico en suelos de sistemas agroforestales cafeteros en Tibacuy. (Tesis de maestría). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Cundinamarca.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
DIOS		
CENICAFE	2007	Sánchez, L. M., Botero, J. E. & Gonzalo, J. (2007). Estructura diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia Revista Cenicafe, 58 (4). 304-323.
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	2018	Silva A., Garay S., Gómez A. (2018). Impacto de Alnus acuminata kunth en los flujos de N2O y calidad del pasto Pennisetum clandestinum hochst. Ex chiov Revista Colombia Forestal. 21 (1), 47-57.
CENICAFE	2015	SINCHI. (2015). Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2015	Sterling, A., Suarez, J. C., Caicedo, D. F., Rodríguez, C. H., Salas, Y. M. & Virgüez, Y. (2015). Crecimiento inicial de clones promisorios de Hevea brasiliensis (willd. Ex a. Juss.) Müll. Arg. En sistema agroforestal en Caquetá, Colombia. Revista Colombia Forestal, 18(2). 175-192.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2017	Suarez, J. C. (2017). Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L. bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana (Tesis doctoral). Universidad de la Amazonia. Amazonas.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2015	Suarez, J. C., Duran, E. H. & Rosas, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada a sistemas agroforestales en la Amazonia Colombiana Revista Acta Agronómica, 64 (3). 214-220.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2018	Suarez, J. C., Melgarejo, L. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., DaMatta, F. M. & Armas, C. (2018). Photosynthesis limitations in cacao leaves under different agroforestry systems in the Colombian Amazon PLoS ONE, 13 (11). Recuperado de https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206149.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLIN	2012	Tamayo, J. G., Ayala, S. & Medina, M. (2012). Response of Alder (Alnus acuminata Kunth) inoculated with Frankia sp and AMF at two levels of pig manure in San Pedro. Livestock Research for Rural Development, 24 (10) Article 180.
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA	2015	Toro, C. A., Duran, E. H. & Suarez, J. C. (2015). Descomposición de hojarasca asociada a arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana Revista Momentos de Ciencia, 12 (1). 39-45.
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	2010	Torres, C. (2010). Potencialidad de las actividades agroforestales orientadas a la generación de activos de carbono en Colombia. Revista Ambiente y Desarrollo, 19 (27). 95-116.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	2006	Triana L., Rodríguez C., García J (2006). Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el trapecio amazónico (Colombia). Agronomía Colombiana. 24 (1), 158-169.
SENA	2014	Vega, G., Ordoñez, C. M., Suarez, J. C. & López, C. F. (2014). Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (Coffea arabica) en el sur de Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 5 (1). 213-221.

INSITUCION	AÑO	REFERENCIA
CENICAFE	2009	Velásquez, S. & Jaramillo, A. (2009). Redistribución de la lluvia en diferentes coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia Revista Cenicafe, 60 (2). 148-160.
UNIVERSIDAD DE NARIÑO	2018	Yanqueno, A. R., Luna, G. C. & Leonel, H. F, (2018). Eficacia del material didáctico "Agroforestería para agricultores" de tres zonas del departamento de Nariño. Revista Luna Azul, 47 (2). 21-35.
UNIVERSIDAD DE MANIZALES	2018	Zambrano M., Montenegro J., Reyer H. (2018). Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos vijagual y jongovito (Colombia). Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 65 (3), 235-251.
UDCA	2019	Zapata, P. C. (2019). Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia. Revista Ciencia Forestal, 29 (2). 1-13.
UDCA	2017	Zapata, P. C., Andrade, H. J. & Nieto, Z. K. (2017). Comportamiento ecofisiológico del cafeto (Coffea arabica l.) cv. Castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 20 (1). 61-70.
UNIVERSIDAD DE CORDOBA	2011	Zuluaga, J. J., Osorio, V. E., Gutiérrez, B., Romero, J., Martinez, J., Bocanegra, W. & Solipa, F. (2011). Experiencias de desarrollo forestal y agroforestal en el Caribe colombiano Cereté, Colombia. Corpoica.

Anexo 2: Agremiaciones y asociaciones relacionadas con el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).

SIGLAS	NOMBRE	PAGINA WEB
ACOSEMILLAS	Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología	http://www.acosemillas.org/
ASOCEBU	Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Cebú	http://www.asocebu.com/
ASOCOLFLORES	Asociación Colombiana de Exportadores de Flores	http://www.asocolflores.org/
PORKCOLOMBIA	Asociación Colombiana de Porcicultores -Porkcolombia	http://www.miporkcolombia.co/
AUGURA	Asociación de Bananeros de Colombia	http://www.augura.com.co/
ASOCAÑA	Asociación de cultivadores de caña	http://www.asocana.com.co/
ASOHOFRUCOL	Asociación Hortofrutícola de Colombia	http://www.asohofrucol.com.co/
ASOCRIOLLO	Asociación Nacional de Criadores de Razas Criollas y Colombianas	http://www.suganado.com/contenidos.php?Id_Categoria=152
ANDI	Asociación Nacional de Industriales	http://www.andi.com.co/
ANLAC	Asociación Nacional de Productores de Leche	http://www.analac.org/
ASOEXPORT	Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia	http://www.asoexport.org/
CENICAFÉ	Centro Nacional de Investigaciones de Café	https://www.CENICAFÉ.org/
CENRED	Corporación especializada de centros de investigación y desarrollo tecnológico del sector agropecuario	http://www.cenired.org.co/
PAJONALES	Compañía Agropecuaria e industrial PAJONALES	http://www.pajonales.com/
CCC	Confederación Colombiana de Consumidores	http://www.ccconsumidores.org.co/
CONALGODON	Confederación Colombiana del Algodón	http://conalgodon.com/
CENIACUA	Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia	http://www.ceniacua.org/
CENIPALMA	Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite	http://www.cenipalma.org/
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos	http://portal.fedegan.org.co/
FEDEARROZ	Federación Nacional de Arroceros	http://www.fedearroz.com.co/new/index.php
FENAVI	Federación Nacional de Avicultores de Colombia	http://www.fenavi.org/
FEDEBIOCOMBUSTIBLES	FEDERACION NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES	http://www.fedebiocombustibles.com/
FEDECACAO	Federación Nacional de Cacaoteros	http://www.fedecacao.com.co/site/
FEDECAFE	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia	http://www.cafedecolombia.com/
FENALCE	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales	http://www.fenalce.org/alfa/index.php
FEDEPALMA	Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite	http://www.fedepalma.org/
FEDEPANELA	Federación Nacional de Productores de Panela	http://www.fedepanela.org.co/
FEDETABACO	Federación Nacional de Productores de Tabaco	http://www.fedetabacofondo.org.co/

SIGLAS	NOMBRE	PAGINA WEB
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones	http://www.sinchi.org.co/
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis"	http://www.invemar.org.co/
SEMILLANO	Semillas del Llano Ltda	http://www.semillano.com/
SAC	Sociedad de Agricultores de Colombia	http://www.sac.org.co/

Anexo 3: Entidades consultadas dentro del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

SIGLAS	NOMBRE	PAGINA WEB
ADR	Agencia de Desarrollo Rural	https://www.adr.gov.co › Paginas › Agencia-de-Desarrollo-Rural
ANT	Agencia Nacional de Tierras	http://www.agenciadetierras.gov.co/
ART	Agencia de Renovación del Territorio	https://www.renovacionterritorio.gov.co
AUNAP	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca	https://www.aunap.gov.co
BAC	Banco Agrario de Colombia	https://www.bancoagrario.gov.co
CCI	Corporación Colombia Internacional	www.cci.org.co › inicio
COMCAJA	Caja de Compensación Familiar Campesina	www.comcaja.gov.co
CORABASTOS	Corporación de Abastos de Bogotá	https://www.corabastos.com.co
AGROSAVIA	Corporación colombiana de investigación agropecuaria	https://www.agrosavia.co
FIDUAGRARIA	La Sociedad Fiduciaria de Desarrollo Agropecuario	http://www.fiduagraria.gov.co/
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario	http://www.finagro.com.co/
URT	Unidad de Restitución de Tierras	https://www.restituciondetierras.gov.co
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria	https://www.upra.gov.co
VECOL	Empresa Colombiana de Productos Veterinarios	https://www.vecol.com.co

Anexo 4: Universidades y respectivos grupos de investigación consultados.

UNIVERSIDAD	GRUPO DE INVESTIGACION
Corporación Universitaria Minuto de Dios	Agroeco y gestión ambiental
Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal	Sistemas sostenibles de producción agrícola
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	Abonos orgánicos fermentados – aof
Fundación Universitaria Unitropico Sede Yopal	Grupo De Investigación En Agroforestería g5iaf
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Grupo de sistemas agrícolas tropicales
Pontificia Universidad Javeriana	Institucionalidad y desarrollo rural
Pontificia Universidad Javeriana	Redes agroempresariales y territorio- raet
Sena	Investigaciones cabp
Sena	Grupo de investigación agroindustrial la angostura
Sena	Gruinvcam - grupo de investigación centro agroindustrial del meta
Sena	Yamboró
Sena	Cedrum nds
Universidad de Caldas	Biodiversidad y recursos genéticos
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales	Investigaciones Geográficas para el Desarrollo Territorial
Universidad de Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A	Producción agrícola sostenible
Universidad de Córdoba	Agricultura sostenible
Universidad de Cundinamarca	Área verde
Universidad de La Amazonia	Gaia - agroecosistemas y conservación en bosques amazónicos
Universidad de La Salle	Grupo de Investigación En Ecología Y Medio Ambiente
Universidad de Los Llanos	Innovación en sistemas agrícolas y forestales
Universidad de Nariño	Pifil
Universidad de Nariño	Agroforestería y recursos naturales
Universidad de Nariño	Cultivos andinos
Universidad de Nariño	Grupo de investigación de sanidad vegetal
Universidad de Nariño	Grupo de investigación en producción de frutales andinos
Universidad de Pamplona	Gias: ganadería y agricultura sostenible
Universidad del Cauca	Ciencia y tecnología de biomoléculas de interés agroindustrial – cytbia
Universidad del Cauca	Sistemas integrados de producción agropecuaria, forestal y acuícola (sisinpro)
Universidad del Cauca	Tull, grupo de investigaciones para el desarrollo rural

UNIVERSIDAD	GRUPO DE INVESTIGACION
Universidad del Magdalena	Suelo, ambiente y sociedad
Universidad del Tolima	Biodiversidad y dinámica de ecosistemas tropicales
Universidad del Tolima	Grupo de investigación en sistemas agroforestales pecuarios
Universidad del Tolima	Grupo interdisciplinario de investigación en fruticultura tropical
Universidad del Tolima	Producción ecoamigable de cultivos tropicales (proecut)
Universidad del Tolima	Senagrotic - grupo de ciencia, tecnología e innovación del centro agropecuario la granja
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Proprobos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Grupo interdisciplinario de estudios sectoriales (GIES)
Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Grupo interinstitucional de investigación en ciencias agropecuarias forestales y agroindustriales del trópico colombiano
Universidad Nacional de Colombia	Microbiología del suelo
Universidad Nacional de Colombia	Grupo de investigación del instituto de estudios ambientales – Bogotá
Universidad Nacional de Colombia	Grupo de investigación en uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos.
Universidad Nacional de Colombia	Grupo de investigación en gestión y desarrollo rural
Universidad Nacional de Colombia	Sistemática de insectos agronomía
Universidad Nacional de Medellín	Grupo de investigación en conservación y manejo de agro ecosistemas
Universidad Nacional de Medellín	Grupo de investigación en ecología y silvicultura de especies forestales tropicales
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Grupo interinstitucional de investigación en suelos sulfatados ácidos tropicales
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Grupo manejo biológico de cultivos
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia & UNAD	Gigass
Universidad Popular del Cesar	Grupo de optimización agroindustrial
Universidad Tecnológica de Pereira	Agrobiodiversidad y biotecnología
Universidad Tecnológica de Pereira	Gestión en agroecosistemas tropicales andinos
Universidad Tecnológica del Choco Diego Luis Córdoba	Agroforestería del trópico húmedo chocoano
Universidad Tecnológica del Choco Diego Luis Córdoba	Ciencia animal y recursos agroforestales

Anexo 5: Bases de datos consultadas.

NOMBRE	PAGINA WEB
OXFORD	https://academic.oup.com/journals
TAYLOR & FRANCIS	https://www-tandfonline-com.bdigital.udistrital.edu.co/
AMBIENTALEX	https://udistrital-ambientalex-info.bdigital.udistrital.edu.co/login
SPRINGERLINK	https://link-springer-com.bdigital.udistrital.edu.co/
SCIENCE DIRECT	https://www-sciencedirect-com.bdigital.udistrital.edu.co/
SCOPUS	https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/search/form.uri?display=basic
BRITANNICA ACADEMIC EDITION	https://academic-eb-com.bdigital.udistrital.edu.co/levels/collegiate
Web of Science	http://apps.webofknowledge.com.bdigital.udistrital.edu.co:
EBSCO	http://web.b.ebscohost.com.bdigital.udistrital.edu.co

Anexo 6: Grandes categorías, categorías y subcategorías temáticas planteadas en la codificación.

AT[2].	Categoría	Subcategoría
Agroforestales	IRSC[3] del suelo para SAF	Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas
		Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo
	IRSC del ciclo hidrológico y el proceso fotosintético en SAF	
	IRSC de la productividad de SAF	Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF
		Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF
		Índices de crecimiento de los componentes del SAF
		Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF
		Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF
		Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica
	IRSC de la vegetación de los SAF	Plagas y enfermedades que afectan los SAF
		Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF
		Funcionalidad ecosistémica de los SAF
	Innovación tecnológica sobre SAF	
	Caracterización descriptiva de los SAF	Caracterización de los SAF según percepción de agricultores
		Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas

AT[2].	Categoría	Subcategoría
Silvopastoriles	IRSC del suelo de SSP	Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo
		Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo
	IRSC de la vegetación de SSP	Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP
		Plagas y enfermedades que afectan los SSP
		Funcionalidad ecosistémica de los SSP
	IRSC del clima de SSP	Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP
		Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP
	IRSC de la productividad de SSP	Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica
		Asimilación de forrajes al interior de los SSP
		Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP
		Índices de crecimiento de los componentes del SSP
		Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP
		Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP
		Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP
	Caracterización de los SSP según percepción de agricultores	

[2] AT – Área Temática
[3] IRSC – Investigaciones realizadas según condicionantes

Anexo 7: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Caracterización de los SAF a partir del uso de herramientas técnicas".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R.	2008	Sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y frontera en Tumaco, Nariño, Colombia
Melo, W. F.	2016	Caracterización multifuncional del modelo agroforestal, Finca Montemariana, en la región de Montes de María

Anexo 8: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de "Innovación tecnológica en SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Álvarez, F., Rojas, J. & Suarez, J. C.	2012	Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores
Leonel, H. F. & Luna, G. C.	2016	Herramientas didácticas para la formación agroforestal (Pasto, Colombia)
Narváez, Y. A., Luna, G. C., Leonel, H. F. & Ruiz, J. O.	2016	Evaluación del Software Educativo Mundo Agroforestal con Jóvenes Rurales de Nariño, Colombia
Yanqueno, A. R., Luna, G. C. & Leonel, H. F.	2018	Eficacia del material didáctico "Agroforestería para agricultores" de tres zonas del departamento de Nariño
Castro, L., Suarez, J. C. & López, C. F.	2012	Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café Coffea arabica L del sur de Colombia

Anexo 9: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Arias, J. J., Riaño, N. M. & Aristizábal, M.	2014	Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sombrío usadas en cafetales de Colombia
Orjuela, J. A., Andrade, H. J. & Vargas, Y.	2014	Potential of carbon storage of rubber Hevea brasiliensis Müll plantations in monoculture and agroforestry systems in the Colombian Amazon
Vega, G., Ordoñez, C. M., Suarez, J. C. & López, C. F.	2014	Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café Coffea abarica) en el sur de Colombia
Melo, O. A.	2015	Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arborea Roxb , asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia
Patiño, S., Suarez, L. N., Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2018	Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia
Sánchez, D. V.	2016	Dinámica del carbono orgánico en suelos de sistemas agroforestales cafeteros en Tibacuy

Anexo 10: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Incidencia de los SAF en el ciclo hidrológico y el proceso fotosintético".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Fernández, C. A., Noriega, J. E., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2014	Interceptación de lluvia en diferentes especies en arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Giraldo, J. F. & Jaramillo, A.	2004	Ciclo hidrológico y transporte de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo
Suarez, J. C.	2017	Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Velásquez, S. & Jaramillo, A.	2009	Redistribución de la lluvia en diferentes coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia
Jaramillo, A. & Chaves, B.	2003	La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista CENICAFE, 54 2)
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo

Anexo 11: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de "Especies potenciales para SAF y su factibilidad económica".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Clement, C. R., Weber, J. C., Leeuwen, J., Astorga, C., Cole, D. M., Arévalo, L. A. & Arguello, H.	2004	Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America
Luna, G. C.	2011	Laurel de cera Morella pubescens), especie promisoria de usos múltiples empleada en agroforestería
Muñoz, D., Calvache, D. & Yela, J.	2012	Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño
Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., Oyola, F., Vega, G. & Suarez, A. E.	2013	Caracterización socioeconómica de fincas con arreglos agroforestales de la zona sur cafetera de Colombia
Torres, C.	2010	Potencialidad de las actividades agroforestales orientadas a la generación de activos de carbono en Colombia
De los Ríos, J. C. & Vélez, L. D.	2004	Análise da sustentabilidade em Agroecossistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové Antioquia, Colômbia)
SINCHI	2015	Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana Bogotá, Colombia

Anexo 12: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Plagas y enfermedades que afectan los SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Farfán, P. D., Insuasty, O. & Casierra, F.	2006	Distribución espacio temporal y daño ocasionado por Pestalotia spp en frutos de guayaba
Giraldo, M., Benavides, P., Rendon, J. R., Montoya, D., Farfan, F. & Trejos, J. F.	2015	Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de Colombia y su clave ilustrada
Gutiérrez, R. A., Castro, B. L. & Rivillas, C. A.	2004	Manejo de focos de llagas radicales en cafetales
Menza, H. D. & Peláez, M. J.	2016	Epidemiología de la muerte descendente del cafeto Phoma spp en tres sistemas de producción de café
Navia, J., Bacca, T., Benavides, P. & Moran, K.	2002	Reconocimiento y evaluación de la fluctuación de insectos en un arreglo agroforestal con café en el Municipio de la Florida, Nariño
Neita J., Orozco J., Ratcliffe B.	2006	Escarabajos scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «bp-t», Chocó, Colombia
Neita, J. C., Cortes, H. & Madrigal, A.	2004	Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de Borojoa patinoi, Cedrela odorata, Apeiba aspera e Inga spectabilis en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó
Sanabria C., Achury R.	2011	Hormigas legionarias Formicidae: Ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá Colombia)
SINCHI	2015	Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana Bogotá, Colombia

Anexo 13: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Duran, E. H., Ángel, Y. K. & Suarez, J. C.	2015	Dinámica de la radiación fotosintéticamente activa en arreglos agroforestales con Hevea brasilienses en el norte de la amazonia colombiana
López, J. C., Riaño, N. M. & López, Y.	2001	Características fotosintéticas de cinco especies forestales
Piñeros, R. & Mora, J.	2015	Índice de temperatura y humedad para pastos convencionales y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia
Suarez, J. C., Melgarejo, L. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., DaMatta, F. M. & Armas, C.	2018	Photosynthesis limitations in cacao leaves under different agroforestry systems in the Colombian Amazon
Zapata, P. C., Andrade, H. J. & Nieto, Z. K.	2017	Comportamiento ecofisiológico del cafeto Coffea arabica variedad Castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca
Farfan, F., Arias, J. J. & Riaño, N. M.	2003	Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café
García, J. C.	2008	Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de Erythrina fusca como sombrío y tres niveles de fertilización
Melo, O., Martinez, E. & Correa, G.	2012	Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de Gmelina arborea roxb en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia
Paladines, M., Suarez, J. C. & Guaca, L.	2017	Respuestas bioquímicas y daño oxidativo de Theobroma cacao L en diferentes arreglos agroforestales
Suarez, J. C.	2017	Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana

Anexo 14: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Índices de crecimiento de los componentes del SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2016	Dinámica de la sombra de Cordia alliodora en sistemas agroforestales con Café en Tolima, Colombia
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2009	Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región
Farfan, F., Arias, J. J. & Riaño, N. M.	2003	Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café
Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera, J. A. & Montero, M. I.	2013	Investigación en sistemas productivos sostenibles en la Amazonia norte colombiana arreglos agroforestales, arreglos de enriquecimiento forestal) Bogotá, Colombia
Hidalgo, I. L., Pantoja, W. O. & Vélez, J. A.	2009	Evaluación del arreglo agroforestal Morella pubescens h & b ex wild-wilbur asociado con Tigridia pavonia y Zea mays en el municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo
Melo, O., Martinez, E. & Correa, G.	2012	Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de Gmelina arborea roxb en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia
Sterling, A., Suarez, J. C., Caicedo, D. F., Rodriguez, C. H., Salas, Y. M. & Virgüez, Y.	2015	Crecimiento inicial de clones promisorios de Hevea brasiliensis willd
Botina, A. A., Bravo, S. A. & Luna, G. C.	2008	Evaluación del comportamiento de Watsimba tigridia pavonia bajo tres distancias de siembra en un arreglo agroforestal con laurel de cera Morella pubescens h&b ex willd- wilbur en el municipio de Sibundoy, Putumayo
Fernández, C. A., Noriega, J. E., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2014	Interceptación de lluvia en diferentes especies en arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
SINCHI	2015	Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana Bogotá, Colombia
Zuluaga, J. J., Osorio, V. E., Gutiérrez, B., Romero, J., Martinez, J., Bocanegra, W. & Solipa, F.	2011	Experiencias de desarrollo forestal y agroforestal en el Caribe colombiano Cereté, Colombia

Anexo 15: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Funcionalidad ecosistémica de los SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Arango, J. U., Zuluaga, G. P. & Peñarete, D. I.	2009	Evaluación florística y estructural en sistemas agroforestales simultáneos en territorios de comunidades Embera del Atrato Medio Antioqueño
Chávez A., Duarte H., Zenner I.	2015	Entomofaunal comparison under three landscape conditions at the cerro de Juaica Tenjo, Cundinamarca
De los Ríos, J. C. & Vélez, L. D.	2004	Análise da sustentabilidade em Agroecossistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové Antioquia, Colômbia)
Melo, W. F.	2016	Caracterización multifuncional del modelo agroforestal, Finca Montemariana, en la región de Montes de María
Minorta, V. & Ordoñez, C. M.	2015	Diversidad florística en arreglos agroforestales asociados a cacao Theobroma cacao), de cuatro municipios del sur Colombiano
Sánchez, L. M., Duran, S. M., Vélez, G. J., García, R. & Botero, J. E.	2008	Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia
Sánchez, L. M., Botero, J. E. & Gonzalo, J.	2007	Estructura diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia
Zapata, P. C.	2019	Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia
Zapata, P. C., Andrade, H. J. & Nieto, Z. K.	2017	Comportamiento ecofisiológico del cafeto Coffea arabica variedad Castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca
Suarez, J. C.	2017	Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo

Anexo 16: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Andrade, H. J. C., Segura, M. A., Feria, M. & Suarez, W.	2018	Above-ground biomass models for coffee bishes Coffea arabica in Líbano, Tolima, Colombia
Barrios, E. & Cobo, J.G.	2004	Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia
Marín M., Andrade H., Sandoval A.	2016	Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia
Melo, O. A.	2015	Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arborea Roxb , asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia
Navia, J.	2001	Comportamiento del maíz bajo un arreglo agroforestal en el Valle del Cauca
Patiño, S., Suarez, L. N., Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2018	Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia
Rojas J., Caicedo C., Jaimes Y.	2017	Dinámica de descomposición de biomasa en sistemas agroforestales con Theobroma cacao en Rionegro, Santander Colombia
García, L. A., Álzate, V. M., Dávila, G. A. & Navia, J. F.	2007	Degradación de la materia seca del matarratón Gliricidia sepium y su relación con la liberación de Nitrógeno en arreglos agroforestales
Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera, J. A. & Montero, M. I.	2013	Investigación en sistemas productivos sostenibles en la Amazonia norte colombiana arreglos agroforestales, arreglos de enriquecimiento forestal) Bogotá, Colombia
Ramírez, A., Vélez, J., Sañudo, B., Muñoz, J., Navia, J. & Ruiz, H.	2002	Evaluación preliminar de un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo y su influencia sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo
Rico, A. & Suarez, J. C.	2018	Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana
Toro, C. A., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2015	Descomposición de hojarasca asociada a arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana

Anexo 17: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Álvarez, F., Rojas, J. & Suárez, J. C.	2015	Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de Theobroma cacao L bajo arreglo agroforestal en Rivera Huila, Colombia)
Castro, L., Suarez, J. C. & López, C. F.	2012	Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café Coffea arabica L del sur de Colombia
Farfan, F. & Mestre, A.	2004	Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes
Farfan, F. & Mestre, A.	2004	Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia
Farfan, F. & Mestre, A.	2004	Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana
Farfan, F., Baute, J. E. & García, J. C.	2008	Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café en la zona cafetera norte de Colombia
García, J. C.	2008	Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de Erythrina fusca como sombrío y tres niveles de fertilización
García, J. C.	2009	Respuesta del Café Variedad Tabi a la fertilización, en un sistema agroforestal con Erythrina fusca, en la Zona Norte de Colombia
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2008	Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café
Suarez, J. C.	2017	Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Jaramillo, A. & Chaves, B.	2003	La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista CENCAFE, 54 2)
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo

Anexo 18: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SAF".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Ballesteros, W., Ordoñez, H. R. & Navia, J. F.	2009	Diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacífica de Nariño
Botina, A. A., Bravo, S. A. & Luna, G. C.	2008	Evaluación del comportamiento de Watsimba tigridia pavonia bajo tres distancias de siembra en un arreglo agroforestal con laurel de cera Morella pubescens h&b ex willd- wilbur en el municipio de Sibundoy, Putumayo
Farfan F. & Baute, J. E.	2009	Efecto del arreglo espacial del café y del sombrío sobre la producción de café
Farfan, F. & Rendon, J, R.	2014	Producción de madera por las variedades Castillo ® y Tabi en sistemas agroforestales
Farfan, F. & Sanchez, P. M.	2014	Producción sostenible de café bajo estructura arbórea diversa
Farfan, F. & Sanchez, P. M.	2016	Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales en el departamento de Santander Colombia
Farfan, F. & Urrego, J. B.	2004	Comportamiento de las especies forestales Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis como sombrío e influencia en la productividad del café
Farfán, F. F.	2019	Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café
Farfan, F.& Baute, J. E.	2010	Efecto del sombrío con especies leguminosas a diferentes densidades de siembra sobre la producción de café
Farfan, F., Rendon, J. R. & Menza, H. D.	2016	Densidad de siembra de Coffea Arabica variedad Tabi en sistemas agroforestales en tres zonas cafeteras de Colombia
Hidalgo, J. A.	2016	Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafeteros en Pacho-Cundinamarca
Paladines, M., Suarez, J. C. & Guaca, L.	2017	Respuestas bioquímicas y daño oxidativo de Theobroma cacao L en diferentes arreglos agroforestales
Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2016	Dinámica de la sombra de Cordia alliodora en sistemas agroforestales con Café en Tolima, Colombia
Castro, L., Suarez, J. C. & López, C. F.	2012	Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café Coffea arabica L del sur de Colombia
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2009	Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región
Hidalgo, I. L., Pantoja, W. O. & Vélez, J. A.	2009	Evaluación del arreglo agroforestal Morella pubescens h & b ex wild-wilbur asociado con Tigridia pavonia y Zea mays en el municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo

Anexo 19: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de "Caracterización de los SAF según percepción de agricultores".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Ávila, C. A., De los Ríos, I., & Martin, S.	2018	Illicit crops substitution and rural prosperity in armed conflict areas: A conceptual proposal based on the Working With People model in Colombia Land Use Policy
Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R.	2006	Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y Frontera, Tumaco, Nariño
Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R.	2008	Sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y frontera en Tumaco, Nariño, Colombia
Gualteros, J. N.	2018	Resiliencia alimentaria en fincas con sistemas agroforestales bajo el modelo de alianzas productivas en el municipio de Muzo, Boyacá
Maldonado, G., Santana, N. & Jiménez, D.	2004	Sistemas agroforestales: una experiencia participativa con productores de caña panelera
Mora, J. & Holguín, V. A.	2013	Reflexiones sobre investigación y desarrollo en sistemas agroforestales campesinos
Muñoz, D. A., Navia, J. F. & Solarte, J. G.	2018	El conocimiento local en los Sistemas Silvopastoriles Tradicionales: Experiencias de investigación en la Región Andina. Pasto, Colombia
Navia, J. F., Ruiz, O. & García, J.	2001	Identificación de arreglos agroforestales en la zona cafetera del Valle de Pubenza en el departamento del Cauca
Ramírez, J. B., Libreros, H. F. & Suarez, J. C.	2013	Caracterización de los sistemas productivos y percepción de los agricultores sobre agroforestería: caso conformación red silvopastoril, Colombia
Sánchez V., Del real G., Plazas C., Pérez G.	2015	Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia
Triana L., Rodríguez C., García J	2006	Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el trapecio amazónico Colombia
Hidalgo, J. A.	2016	Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafeteros en Pacho- Cundinamarca
Melo, W. F.	2016	Caracterización multifuncional del modelo agroforestal, Finca Montemariana, en la región de Montes de María
Narváez, Y. A., Luna, G. C., Leonel, H. F. & Ruiz, J. O.	2016	Evaluación del Software Educativo Mundo Agroforestal con Jóvenes Rurales de Nariño, Colombia
Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., Oyola, F., Vega, G. & Suarez, A. E.	2013	Caracterización socioeconómica de fincas con arreglos agroforestales de la zona sur cafetera de Colombia
De los Ríos, J. C. & Vélez, L. D.	2004	Análise da sustentabilidade em Agroecossistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové Antioquia, Colômbia)

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Castro, L., Suarez, J. C. & López, C. F.	2012	Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café Coffea arabica L del sur de Colombia
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo

Anexo 20: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de " Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Bermúdez, M. B.	2007	Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia
Cabrera, J. L., Muñoz, H. E. & Vélez, J. A.	2014	Evaluación de algunas propiedades químicas del suelo en un arreglo agroforestal Morella pubescens H
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar
Cherubin, M. R., Chavarro, J. P. & Silva, A. M.	2019	Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon
Combatt, E. M., Martinez, G. & Polo, J.	2005	Características química y Física de los suelos Agroforestales de la zona alta de Córdoba
Farfan, F. & Hincapié, E.	2011	Valoración de la sostenibilidad ambiental mediante indicadores de calidad del suelo en sistemas de producción de café en Colombia
Farfan, F. & Urrego, J. B.	2007	Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de Coffea arabica Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis en sistemas agroforestales con café
Farfan, F.	2010	Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales
González, H., Zapata, R. D. & Sadeghian, S.	2009	Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de Caldas
Jaramillo, A. & Chaves, B.	2003	La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista CENICAFE, 54 2)
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo
Parra, S. D. & Rodriguez, J.	2017	Determination of the Soil Quality Index by Principal Component Analysis in Cocoa Agroforestry System in the Orinoco Region, Colombia

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Poveda, G., Jaramillo, A. & Mantilla, R.	2000	Influencia del evento cálido del Pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia
Ramírez, A., Vélez, J., Sañudo, B., Muñoz, J., Navia, J. & Ruiz, H.	2002	Evaluación preliminar de un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo y su influencia sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo
Rico, A. & Suarez, J. C.	2018	Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana
Rodriguez, E., Suarez, J. C. & Vega, G. A.	2012	Atributos sensoriales de taza en sistemas agroforestales de café Coffea arabica L en el sur de Colombia
Rodriguez, L., Ule, L. C. & Suarez, J. C.	2019	Formation of Macroaggregates and Organic Carbon in Cocoa Agroforestry Systems
Rosas, G., Muñoz, J. & Suarez, J. C.	2016	Incidencia de sistemas agroforestales con Hevea brasiliensis Willd
Saavedra, D., Murcia, V., Machado, L., Estrada, L. F. & Ordoñez, C. M.	2019	Propiedades Físicas y Químicas de Suelos y su Relación con Sistemas de Producción en el Municipio Campoalegre, Departamento del Huila, Colombia.
Zuluaga, J. J., Osorio, V. E., Gutiérrez, B., Romero, J., Martinez, J., Bocanegra, W. & Solipa, F.	2011	Experiencias de desarrollo forestal y agroforestal en el Caribe colombiano Cereté, Colombia

Anexo 21: Documentos orientados hacia la investigación en SAF sobre el tema de "Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna del suelo".

AUTOR	AÑO	NOMBRE
Báez, E. Y.	2018	Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco Cariniana piryformis M), teca Tectona grandis L.
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Ciclo de nutrimentos y actividad microbiana en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de Inga spp
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Aporte de material orgánico y nutrientes en cafetales al sol y bajo sombrío de guamo
Cerquera, B. Y., Ramírez, C. J. & Jiménez, D. A.	2015	Competencia de nutrientes en cultivo de café (Coffea arábica) asociado bajo sistemas agroforestales
Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2013	Fauna del suelo y hojarasca en arreglos agroforestales de la Amazonia Colombiana
Duran, E. H., Rodriguez, L. & Suarez, J. C.	2018	Relación entre macroinvertebrados y propiedades del suelo bajo diferentes arreglos agroforestales en la Amazonia-Andina, Caquetá, Colombia
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2008	Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café

García, L. A., Álzate, V. M., Dávila, G. A. & Navia, J. F.	2007	Degradación de la materia seca del matarratón Gliricidia sepium y su relación con la liberación de Nitrógeno en arreglos agroforestales
Gonzales, H., Sadeghian, S., Zapata, R. D. & Mejía, B.	2009	Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de Caldas
Neita, J. C. & Escobar, F.	2011	The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the pacific lowlands of Colombia
Sánchez, D. V.	2016	Dinámica del carbono orgánico en suelos de sistemas agroforestales cafeteros en Tibacuy
Suarez, J. C., Duran, E. H. & Rosas, G.	2015	Macrofauna edáfica asociada a sistemas agroforestales en la Amazonia Colombiana
Toro, C. A., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2015	Descomposición de hojarasca asociada a arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Bermúdez, M. B.	2007	Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar
Farfan, F. & Urrego, J. B.	2007	Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de Coffea arabica Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis en sistemas agroforestales con café
Farfan, F.	2010	Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales
Giraldo, J. F. & Jaramillo, A.	2004	Ciclo hidrológico y transporte de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo
González, H., Zapata, R. D. & Sadeghian, S.	2009	Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de Caldas
Jaramillo, A. & Chaves, B.	2003	La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista CENICAFE, 54 2)
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo
Parra, S. D. & Rodriguez, J.	2017	Determination of the Soil Quality Index by Principal Component Analysis in Cocoa Agroforestry System in the Orinoco Region, Colombia

Anexo 22: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Disponibilidad de nutrientes y actividad de macro y microfauna en el suelo".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Bueno, L. & Camargo, J. C.	2015	Nitrógeno edáfico y nodulación de Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles
Flórez F.	2016	Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical La Dorada y Victoria, Caldas)
Martinez, J. C.	2013	Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorganicas del suelo en el valle medio del Rio Sinú
Muñoz, H. Pupiales, S. & Navia, J.	2011	Evaluación del estado actual del Nitrógeno en el arreglo silvopastoril aliso Alnus jorullensis
Racero, J., Pinedo, J., Ballesteros, J. & Marrugo, J.	2017	Metales pesados en especies de murciélagos quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de córdoba, Colombia
Silva A., Garay S., Gómez A.	2018	Impacto de Alnus acuminata kunth en los flujos de N2O y calidad del pasto Pennisetum clandestinum
Martinez, J., Cajas, J. S., León, J. D. & Osorio, N. W.	2014	Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia Applied and Environmental Soil Science
Navia, J., Criollo, J. C. & García, J.	2001	Comportamiento del aliso Alnus jorullensis HBK
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J. & Del Toro, R.	2009	Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena

Anexo 23: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Asimilación de forrajes al interior de los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Castañeda, R. D., Piñeros, R. & Vélez, A.	2018	Follaje de arbóreas tropicales en alimentación de ovinos Ovis aries): consumo, digestibilidad y balance de Nitrógeno
Gaviria, X., Naranjo, J. F., Bolívar, D. M. & Barahona, R.	2015	Consumo y digestibilidad en novillos cebuinos en un sistema silvopastoril intensivo
Insuasty, E. G.	2011	Efecto del arreglo silvopastoril aliso Alnus acuminata kunth) y kikuyo Pennisetum clandestinum sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño
Mahecha L., Angulo J., Salazar B., Cerón M., Gallo J., Molina C., Suarez J., Lopera J., Olivera M.	2008	Supplementation with bypass fat in silvopastoral systems diminishes the ratio of milk saturated/unsaturated fatty acids
Montoya C., García J. Barahona R.	2015	Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano
Murgueitio, E.	2003	Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución
Polania, Y., Mora, J., Serrano, R. & Piñeros, R.	2013	Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del Valle cálido del Magdalena tolimense Colombia
Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., Chara, J. & Murgueitio, E.	2015	Efecto de la oferta y el consumo de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril intensivo sspi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte amazónico colombiano
Rodríguez, G. & Roncallo, B.	2013	Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete

Anexo 24: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Estimación de la biomasa contenida (Aérea y en el suelo) del SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Arias, L.M., Camargo, J. C., Dossman, M.A., Echeverry, M.A., Rodríguez, J.A., Molina, C.H., Molina, E.J. & Melo, I.D.	2009	Estimación de biomasa aérea y desarrollo de modelos alométricos para Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles de alta densidad en el Valle del cauca, Colombia
Cárdenas, E., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Páez, A.	2012	Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare
Delgado I., Daza J., Lina G., Leonel H., Forero L.	2016	Cuantificación de carbono radical Morella pubescens humb & bonpl
Navia, J., Criollo, Y. C. & García, J.	2000	Evaluación de la producción de biomasa del Thitonia diversifolia con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura
Rodríguez, G. & Roncallo, B.	2013	Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete
Martinez, J. C.	2013	Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorganicas del suelo en el valle medio del Rio Sinú
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J. & Del Toro, R.	2009	Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena

Anexo 25: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Funcionalidad ecosistémica de los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Ballesteros J., Morelo L., Pérez J.	2019	Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en córdoba, Colombia
Camargo, J. C., Feijoo, A., Zúñiga, M. C, Cardona, H. & Gaviria, J.	2005	Silvopastoral systems with isolated timber trees within pastures in the Coffee region of Colombia
Escobar, L. D., Guatusmal, C., Meneses, D. H., Cardona, J. L. & Castro, E.	2019	Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico alto andino colombiano
Gutiérrez, A. J.	2014	Rehabilitación ecológica de áreas ripiaras con arreglos agroforestales en zonas ganaderas del Piedemonte Llanero
Barragán, W. A. & Cajas, Y. S.	2019	Cambios bromatológicos y estructurales en Megathyrsus maximum bajo cuatro arreglos silvopastoriles
Moreno, L. F. & Castillo, J. A.	2008	Comportamiento de Alfalfa Medicago sativa L , King Grass Pennisetum sp) y Brasilero Phalaris spp) para ser usadas como barreras vivas, en sistemas agroforestales de la zona andina

Anexo 26: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Propiedades físicas, químicas y/o mecánicas del suelo".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Martinez, J., Cajas, J. S., León, J. D. & Osorio, N. W.	2014	Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia Applied and Environmental Soil Science
Navia, J., Criollo, J. C. & García, J.	2001	Comportamiento del aliso Alnus jorullensis HBK
Páez, A., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Cárdenas, E.	2011	Análisis del componente suelo en sistemas silvopastoriles establecidos y sistemas tradicionales en fincas ganaderas de piedemonte casanareño
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R.& Murillo, J.	2012	Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja Pachira quinata Jacq
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J. & Del Toro, R.	2009	Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena

Anexo 27: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Almacenamiento y fijación de carbono en los componentes del SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Andrade, H. J., Arteaga, C. C. & Segura, M. A.	2017	Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima Colombia
Perez, M., Medina, M. F., Hurtado, A., Arboleda, E. M., & Medina, M.	2019	Reservas de carbono de cenchrus clandestinus grass Poaceae) en sistemas tradicionales y silvopastoriles, en diferentes relieves
Arcos, J. C.	2016	Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena Leucaena leucocephala) en la Hacienda El Chaco
Cárdenas, E., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Páez, A.	2012	Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare

Anexo 28: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Plagas y enfermedades que afectan los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
López, L., Armbrecht, I., Montoya, J. & Molina, E, J.	2013	Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia
Ramírez M., Montoya J., Armbrecht I.	2009	Importancia de la heterogeneidad de hábitats para la biodiversidad de hormigas en los andes de Colombia
Sanabria M., Chacón P.	2011	Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras

Anexo 29: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Emisión de gases de efecto invernadero en los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Arcos, J. C.	2016	Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena Leucaena leucocephala) en la Hacienda El Chaco
Buitrago, M. E., Ospina, L. A. & Narváez, W.	2018	Gases de efecto invernadero: sistemas silvopastoriles como alternativa de mitigación y adaptación
Zambrano M., Montenegro J., Reyer H.	2018	Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos vijagual y jongovito Colombia)

Anexo 30: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Caracterización fisiológica de especies involucradas en los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Barragán, W. A. & Cajas, Y. S.	2019	Cambios bromatológicos y estructurales en Megathyrsus maximum bajo cuatro arreglos silvopastoriles
Moreno, L. F. & Castillo, J. A.	2008	Comportamiento de Alfalfa Medicago sativa L , King Grass Pennisetum sp) y Brasilero Phalaris spp) para ser usadas como barreras vivas, en sistemas agroforestales de la zona andina

Anexo 31: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Comportamiento de la temperatura y humedad relativa en los SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Polania, Y., Mora, J., Serrano, R. & Piñeros, R.	2013	Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del Valle cálido del Magdalena tolimense Colombia

Anexo 32: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Productividad debida a fertilización del suelo y manejo integral del SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Tamayo, J. G., Ayala, S. & Medina, M.	2012	Response of Alder Alnus acuminata Kunth) inoculated with Frankia sp and AMF at two levels of pig manure in San Pedro

Anexo 33: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Productividad debida a componentes y densidad de siembra del SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Insuasty, E. G.	2011	Efecto del arreglo silvopastoril aliso Alnus acuminata kunth) y kikuyo Pennisetum clandestinum sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño

Anexo 34: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Especies potenciales para SSP y su factibilidad económica".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Grisales, D. O., Rojas, L. C., Bonilla, D. B., Saavedra, D., Perdomo, J. A., Narváez, B. F. & Ordoñez, C. M.	2018	Sistemas silvopastoriles para zona de bosque seco, como alternativa sostenible de producción Neiva, Colombia

Anexo 35: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Índices de crecimiento de los componentes del SSP".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Cuéllar, N.D. & Arrieta, J.M.	2010	Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosasinensis L, Cayeno) en condiciones de campo y vivero

Anexo 36: Documentos orientados hacia la investigación en SSP sobre el tema de "Caracterización de los SSP según percepción de agricultores".

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Cajas Y., Sinclair F.	2001	Caracterización de sistemas silvopastoriles multistrata en pastizales secos estacionales en la región caribeña de Colombia

Anexo 37: Documentos de investigación en el "Nivel Descriptivo"

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Cajas Y., Sinclair F.	2001	Caracterización de sistemas silvopastoriles multistrata en pastizales secos estacionales en la región caribeña de Colombia
López, J. C., Riaño, N. M. & López, Y.	2001	Características fotosintéticas de cinco especies forestales
Navia, J. F., Ruiz, O. & García, J.	2001	Identificación de arreglos agroforestales en la zona cafetera del Valle de Pubenza en el departamento del Cauca
Navia, J., Bacca, T., Benavides, P. & Moran, K.	2002	Reconocimiento y evaluación de la fluctuación de insectos en un arreglo agroforestal con café en el Municipio de la Florida, Nariño
Farfan, F. & Mestre, A.	2004	Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana
Maldonado, G., Santana, N. & Jiménez, D.	2004	Sistemas agroforestales: una experiencia participativa con productores de caña panelera
Neita, J. C., Cortes, H. & Madrigal, A.	2004	Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de Borojoa patinoi, Cedrela odorata, Apeiba aspera e Inga spectabilis en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó
Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R.	2006	Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y Frontera, Tumaco, Nariño
Neita J., Orozco J., Ratcliffe B.	2006	Escarabajos scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «bp-t», Chocó, Colombia
Sánchez, L. M., Botero, J. E. & Gonzalo, J.	2007	Estructura diversidad y potencial para conservación de los sombríos en cafetales de tres localidades de Colombia
Ballesteros, W., Marco, O. & Ordoñez, H. R.	2008	Sistemas agroforestales tradicionales en el consejo comunitario del Bajo Mira y frontera en Tumaco, Nariño, Colombia
De los Ríos, J. C. & Vélez, L. D.	2004	Análise da sustentabilidade em Agroecosistemas a escala da propriedade rural, um estudo de caso: Centro Agropecuário Cotové Antioquia, Colômbia)
Ballesteros, W., Ordoñez, H. R. & Navia, J. F.	2009	Diseño, implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la costa pacífica de Nariño
González, H., Zapata, R. D. & Sadeghian, S.	2009	Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de Caldas
Hidalgo, I. L., Pantoja, W. O. & Vélez, J. A.	2009	Evaluación del arreglo agroforestal Morella pubescens h & b ex wild-wilbur asociado con Tigridia pavonia y Zea mays en el municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo
Farfan, F. & Hincapié, E.	2011	Valoración de la sostenibilidad ambiental mediante indicadores de calidad del suelo en sistemas de producción de café en Colombia
Luna, G. C.	2011	Laurel de cera Morella pubescens), especie promisoria de usos múltiples empleada en agroforestería

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Sanabria C., Achury R.	2011	Hormigas legionarias formicidae: ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá Colombia)
Sanabria M., Chacón P.	2011	Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras
Zuluaga, J. J., Osorio, V. E., Gutierrez, B., Romero, J., Martinez, J., Bocanegra, W. & Solipa, F.	2011	Experiencias de desarrollo forestal y agroforestal en el Caribe colombiano Cereté, Colombia
Castro, L., Suarez, J. C. & Lopez, C. F.	2012	Conocimiento local de los servicios ecosistémicos en arreglos agroforestales de café Coffea arabica L del sur de Colombia
Muñoz, D., Calvache, D. & Yela, J.	2012	Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño
Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2013	Fauna del suelo y hojarasca en arreglos agroforestales de la Amazonia Colombiana
Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera, J. A. & Montero, M. I.	2013	Investigación en sistemas productivos sostenibles en la Amazonia norte colombiana arreglos agroforestales, arreglos de enriquecimiento forestal) Bogotá, Colombia
Lopez, L., Armbrecht, I., Montoya, J. & Molina, E, J.	2013	Diversidad de avispas parasitoides en un sistema silvopastoril orgánico de producción ganadera de Colombia
Ordoñez, C. M., Suarez, J. C., Oyola, F., Vega, G. & Suarez, A. E.	2013	Caracterización socioeconómica de fincas con arreglos agroforestales de la zona sur cafetera de Colombia
Ramírez, J. B., Libreros, H. F. & Suarez, J. C.	2013	Caracterización de los sistemas productivos y percepción de los agricultores sobre agroforestería: caso conformación red silvopastoril, Colombia
Sánchez, L. M., Duran, S. M., Vélez, G. J., García, R. & Botero, J. E.	2008	Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia
Giraldo, M., Benavides, P., Rendon, J. R., Montoya, D., Farfan, F. & Trejos, J. F.	2015	Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de Colombia y su clave ilustrada
SINCHI	2015	Evaluación inicial del asocio caucho – copoazú en el Caquetá: una alternativa de enriquecimiento agroforestal con potencial para la Amazonia colombiana Bogotá, Colombia
Suarez, J. C., Duran, E. H. & Rosas, G.	2015	Macrofauna edáfica asociada a sistemas agroforestales en la Amazonia Colombiana
Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2016	Dinámica de la sombra de Cordia alliodora en sistemas agroforestales con Café en Tolima, Colombia
Andrade, H. J. C., Segura, M. A., Feria, M. & Suarez, W.	2018	Above-ground biomass models for coffee bishes Coffea arabica in Líbano, Tolima, Colombia
Farfan, F. & Sanchez, P. M.	2016	Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales en el departamento de Santander Colombia

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Farfan, F., Rendon, J. R. & Menza, H. D.	2016	Densidad de siembra de Coffea Arabica variedad Tabi en sistemas agroforestales en tres zonas cafeteras de Colombia
Flórez F.	2016	Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical La Dorada y Victoria, Caldas)
Leonel, H. F. & Luna, G. C.	2016	Herramientas didácticas para la formación agroforestal (Pasto, Colombia)
Marín M., Andrade H., Sandoval A.	2016	Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia
Melo, W. F.	2016	Caracterización multifuncional del modelo agroforestal, Finca Montemariana, en la región de Montes de María
Narváez, Y. A., Luna, G. C., Leonel, H. F. & Ruiz, J. O.	2016	Evaluación del Software Educativo Mundo Agroforestal con Jóvenes Rurales de Nariño, Colombia
Palacios, V. J. & Bokelmann, W.	2017	Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: the case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo
Buitrago, M. E., Ospina, L. A. & Narváez, W.	2018	Gases de efecto invernadero: sistemas silvopastoriles como alternativa de mitigación y adaptación
Castañeda, R. D., Piñeros, R. & Vélez, A.	2018	Follaje de arbóreas tropicales en alimentación de ovinos Ovis aries): consumo, digestibilidad y balance de nitrógeno
Grisales, D. O., Rojas, L. C., Bonilla, D. B., Saavedra, D., Perdomo, J. A., Narváez, B. F. & Ordoñez, C. M.	2018	Sistemas silvopastoriles para zona de bosque seco, como alternativa sostenible de producción Neiva, Colombia
Muñoz, D. A., Navia, J. F. & Solarte, J. G.	2018	El conocimiento local en los Sistemas Silvopastoriles Tradicionales: Experiencias de investigación en la Región Andina. Pasto, Colombia
Yanqueno, A. R., Luna, G. C. & Leonel, H. F.	2018	Eficacia del material didáctico “Agroforestería para agricultores” de tres zonas del departamento de Nariño
Farfán, F. F.	2019	Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café
Zapata, P. C.	2019	Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia

Anexo 38: Documentos de investigación en el "Nivel Correlacional"

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Navia, J., Criollo, J. C. & García, J.	2001	Comportamiento del aliso Alnus jorullensis HBK
Jaramillo, A. & Chaves, B.	2003	La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales Revista Cenicafe, 54 2)
Giraldo, J. F. & Jaramillo, A.	2004	Ciclo hidrológico y transporte de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo
Camargo, J. C., Feijoo, A., Zúñiga, M. C, Cardona, H. & Gaviria, J.	2005	Silvopastoral systems with isolated timber trees within pastures in the Coffee region of Colombia
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Ciclo de nutrimentos y actividad microbiana en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de Inga spp
Combatt, E. M., Martinez, G. & Polo, J.	2005	Características química y Física de los suelos Agroforestales de la zona alta de Córdoba
Triana L., Rodríguez C., García J	2006	Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el trapecio amazónico Colombia
García, L. A., Álzate, V. M., Dávila, G. A. & Navia, J. F.	2007	Degradación de la materia seca del matarratón Gliricidia sepium y su relación con la liberación de nitrógeno en arreglos agroforestales
Arango, J. U., Zuluaga, G. P. & Peñarete, D. I.	2009	Evaluación florística y estructural en sistemas agroforestales simultáneos en territorios de comunidades Embera del Atrato Medio Antioqueño
Arias, L.M., Camargo, J. C., Dossman, M.A., Echeverry, M.A., Rodríguez, J.A., Molina, C.H., Molina, E.J. & Melo, I.D.	2009	Estimación de biomasa aérea y desarrollo de modelos alométricos para Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles de alta densidad en el Valle del cauca, Colombia
Bermúdez, M. B.	2007	Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., Murillo, J. & Del Toro, R.	2009	Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2009	Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región
Cuéllar, N.D. & Arrieta, J.M.	2010	Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosasinensis L, Cayeno) en condiciones de campo y vivero
Torres, C.	2010	Potencialidad de las actividades agroforestales orientadas a la generación de activos de carbono en Colombia
Páez, A., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Cárdenas, E.	2011	Análisis del componente suelo en sistemas silvopastoriles establecidos y sistemas tradicionales en fincas ganaderas de piedemonte casanareño
Rodríguez, E., Suarez, J. C. & Vega,	2012	Atributos sensoriales de taza en sistemas agroforestales de café Coffea arabica L en el

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
G. A.		sur de Colombia
Polania, Y., Mora, J., Serrano, R. & Piñeros, R.	2013	Movimiento de ganado en pastoreo en un sistema silvopastoril del Valle cálido del Magdalena tolimense Colombia
Mora, J. & Holguín, V. A.	2013	Reflexiones sobre investigación y desarrollo en sistemas agroforestales campesinos
Fernández, C. A., Noriega, J. E., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2014	Interceptación de lluvia en diferentes especies en arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Martinez, J., Cajas, J. S., León, J. D. & Osorio, N. W.	2014	Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia Applied and Environmental Soil Science
Vega, G., Ordoñez, C. M., Suarez, J. C. & Lopez, C. F.	2014	Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café Coffea arabica) en el sur de Colombia
Cerquera, B. Y., Ramírez, C. J. & Jiménez, D. A.	2015	Competencia de nutrientes en cultivo de café (Coffea arábica) asociado bajo sistemas agroforestales
Chávez A., Duarte H., Zener I.	2015	Entomofaunal comparison under three landscape conditions at the cerro de Juaica Tenjo, Cundinamarca
Duran, E. H., Ángel, Y. K. & Suarez, J. C.	2015	Dinámica de la radiación fotosintéticamente activa en arreglos agroforestales con Hevea brasilienses en el norte de la amazonia colombiana
Bueno, L. & Camargo, J. C.	2015	Nitrógeno edáfico y nodulación de Leucaena leucocephala en sistemas silvopastoriles
Melo, O. A.	2015	Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arborea Roxb , asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia
Gaviria, X., Naranjo, J. F., Bolívar, D. M. & Barahona, R.	2015	Consumo y digestibilidad en novillos cebuinos en un sistema silvopastoril intensivo
Piñeros, R. & Mora, J.	2015	Índice de temperatura y humedad para pastos convencionales y un sistema agroforestal en el trópico seco de Colombia
Hidalgo, J. A.	2016	Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafeteros en Pacho- Cundinamarca
Arcos, J. C.	2016	Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena Leucaena leucocephala) en la Hacienda El Chaco
Sánchez, D. V.	2016	Dinámica del carbono orgánico en suelos de sistemas agroforestales cafeteros en Tibacuy
Rojas J., Caicedo C., Jaimes Y.	2017	Dinámica de descomposición de biomasa en sistemas agroforestales con Theobroma cacao en Rionegro, Santander Colombia
Zapata, P. C., Andrade, H. J. & Nieto, Z. K.	2017	Comportamiento ecofisiológico del cafeto Coffea arabica variedad Castillo en sistemas agroforestales de Tibacuy, Cundinamarca
Duran, E. H., Rodríguez, L. & Suarez, J. C.	2018	Relación entre macroinvertebrados y propiedades del suelo bajo diferentes arreglos agroforestales en la Amazonia-Andina, Caquetá, Colombia

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Patiño, S., Suarez, L. N., Andrade, H. J. & Segura, M. A.	2018	Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia
Zambrano M., Montenegro J., Reyer H.	2018	Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos vijagual y jongovito Colombia)
Perez, M., Medina, M. F., Hurtado, A., Arboleda, E. M., & Medina, M.	2019	Reservas de carbono de cenchrus clandestinus grass Poaceae) en sistemas tradicionales y silvopastoriles, en diferentes relieves
Saavedra, D., Murcia, V., Machado, L., Estrada, L. F. & Ordoñez, C. M.	2019	Propiedades Físicas y Químicas de Suelos y su Relación con Sistemas de Producción en el Municipio Campoalegre, Departamento del Huila, Colombia.
Escobar, L. D., Guatusmal, C., Meneses, D. H., Cardona, J. L. & Castro, E.	2019	Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico alto andino colombiano

Anexo 39: Documentos de investigación en el "Nivel Explicativo"

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Navia, J., Criollo, Y. C. & García, J.	2000	Evaluación de la producción de biomasa del Thitonia diversifolia con aliso bajo un arreglo silvopastoril en el trópico de altura
Poveda, G., Jaramillo, A. & Mantilla, R.	2000	Influencia del evento cálido del Pacífico en la humedad del suelo y el índice normalizado de vegetación en Colombia
Navia, J.	2001	Comportamiento del maíz bajo un arreglo agroforestal en el Valle del Cauca
Ramírez, A., Vélez, J., Sañudo, B., Muñoz, J., Navia, J. & Ruiz, H.	2002	Evaluación preliminar de un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo y su influencia sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo
Murgueitio, E.	2003	Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución
Barrios, E. & Cobo, J.G.	2004	Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia
Clement, C. R., Weber, J. C., Leeuwen, J., Astorga, C., Cole, D. M., Arévalo, L. A. & Arguello, H.	2004	Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America
Farfán, F. & Mestre, A.	2004	Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes
Farfan, F. & Mestre, A.	2004	Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Evaluación de propiedades físicas y químicas de suelos establecidos con café bajo sombra y a plena exposición solar
Cardona, D. A. & Sadeghian, S.	2005	Aporte de material orgánico y nutrientes en cafetales al sol y bajo sombrío de guamo
Farfan, F. & Urrego, J. B.	2004	Comportamiento de las especies forestales Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis como sombrío e influencia en la productividad del café
Farfán, P. D., Insuasty, O. & Casierra, F.	2006	Distribución espacio temporal y daño ocasionado por Pestalotia spp en frutos de guayaba
Farfan, F. & Urrego, J. B.	2007	Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de Coffea arabica Cordia alliodora Pinus oocarpa y Eucalyptus grandis en sistemas agroforestales con café
Mahecha L., Angulo J., Salazar B., Cerón M., Gallo J., Molina C., Suarez J., Lopera J., Olivera M.	2008	Supplementation with bypass fat in silvopastoral systems diminishes the ratio of milk saturated/unsaturated fatty acids
Botina, A. A., Bravo, S. A. & Luna, G. C.	2008	Evaluación del comportamiento de Watsimba tigridia pavonia bajo tres distancias de siembra en un arreglo agroforestal con laurel de cera Morella pubescens h&b ex willd- wilbur en el municipio de Sibundoy, Putumayo

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Moreno, L. F. & Castillo, J. A.	2008	Comportamiento de Alfalfa Medicago sativa L , King Grass Pennisetum sp) y Brasilero Phalaris spp) para ser usadas como barreras vivas, en sistemas agroforestales de la zona andina
Farfan, F. & Jaramillo, A.	2008	Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café
Farfan, F., Baute, J. E. & García, J. C.	2008	Efecto de las coberturas arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café en la zona cafetera norte de Colombia
García, J. C.	2008	Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de Erythrina fusca como sombrío y tres niveles de fertilización
Ramírez M., Montoya J., Armbrecht I.	2009	Importancia de la heterogeneidad de hábitats para la biodiversidad de hormigas en los andes de Colombia
García, J. C.	2009	Respuesta del Café Variedad Tabi a la fertilización, en un sistema agroforestal con Erythrina fusca, en la Zona Norte de Colombia
Gonzales, H., Sadeghian, S., Zapata, R. D. & Mejía, B.	2009	Fraccionamiento de la materia orgánica en suelos de la zona cafetera de Caldas
Velásquez, S. & Jaramillo, A.	2009	Redistribución de la lluvia en diferentes coberturas vegetales de la zona cafetera central de Colombia
Farfan F. & Baute, J. E.	2009	Efecto del arreglo espacial del café y del sombrío sobre la producción de café
Farfan, F.	2010	Cambios en la fertilidad del suelo con plantaciones de café y sombrío de especies forestales
Farfan, F.& Baute, J. E.	2010	Efecto del sombrío con especies leguminosas a diferentes densidades de siembra sobre la producción de café
Insuasty, E. G.	2011	Efecto del arreglo silvopastoril aliso Alnus acuminata kunth) y kikuyo Pennisetum clandestinum sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño
Muñoz, H. Pupiales, S. & Navia, J.	2011	Evaluación del estado actual del nitrógeno en el arreglo silvopastoril aliso Alnus jorullensis
Cárdenas, E., Bustamante, A. M., Espitia, J. E. & Páez, A.	2012	Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare
Tamayo, J. G., Ayala, S. & Medina, M.	2012	Response of Alder Alnus acuminata Kunth) inoculated with Frankia sp and AMF at two levels of pig manure in San Pedro
Martinez, J. C.	2013	Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorganicas del suelo en el valle medio del Rio Sinú
Rodríguez, G. & Roncallo, B.	2013	Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete
Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R.& Murillo, J.	2012	Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja Pachira quinata Jacq
Arias, J. J., Riaño, N. M. &	2014	Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sombrío usadas en cafetales de

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Aristizábal, M.		Colombia
Cabrera, J. L., Muñoz, H. E. & Vélez, J. A.	2014	Evaluación de algunas propiedades químicas del suelo en un arreglo agroforestal Morella pubescens H
Farfan, F. & Rendon, J, R.	2014	Producción de madera por las variedades Castillo ® y Tabi en sistemas agroforestales
Farfan, F. & Sanchez, P. M.	2014	Producción sostenible de café bajo estructura arbórea diversa
Orjuela, J. A., Andrade, H. J. & Vargas, Y.	2014	Potential of carbon storage of rubber Hevea brasiliensis Müll plantations in monoculture and agroforestry systems in the Colombian Amazon
Álvarez, F., Rojas, J. & Suárez, J. C.	2015	Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de Theobroma cacao L bajo arreglo agroforestal en Rivera Huila, Colombia)
Minorta, V. & Ordoñez, C. M.	2015	Diversidad florística en arreglos agroforestales asociados a cacao Theobroma cacao), de cuatro municipios del sur Colombiano
Montoya C., García J. Barahona R.	2015	Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano
Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., Chara, J. & Murgueitio, E.	2015	Efecto de la oferta y el consumo de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril intensivo sspi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte amazónico colombiano
Sánchez V., Delreal G., Plazas C., Pérez G.	2015	Factibilidad económica de la asociación maíz-pasto en el establecimiento de un sistema silvopastoril en el piedemonte llanero de Colombia
Sterling, A., Suarez, J. C., Caicedo, D. F., Rodríguez, C. H., Salas, Y. M. & Virgüez, Y.	2015	Crecimiento inicial de clones promisorios de Hevea brasiliensis willd
Toro, C. A., Duran, E. H. & Suarez, J. C.	2015	Descomposición de hojarasca asociada a arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Menza, H. D. & Peláez, M. J.	2016	Epidemiología de la muerte descendente del cafeto Phoma spp en tres sistemas de producción de café
Delgado I., Daza J., Lina G., Leonel H., Forero L.	2016	Cuantificación de carbono radical Morella pubescens humb & bonpl
Rosas, G., Muñoz, J. & Suarez, J. C.	2016	Incidencia de sistemas agroforestales con Hevea brasiliensis Willd
Suarez, J. C.	2017	Comportamiento Agronómico y fisiológico del cultivo de cacao Theobroma cacao L bajo arreglos agroforestales en la Amazonia Colombiana
Parra, S. D. & Rodríguez, J.	2017	Determination of the Soil Quality Index by Principal Component Analysis in Cocoa Agroforestry System in the Orinoco Region, Colombia
Andrade, H. J., Arteaga, C. C. &	2017	Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Segura, M. A.		Colombia
Racero, J., Pinedo, J., Ballesteros, J. & Marrugo, J.	2017	Metales pesados en especies de murciélagos quiróptera) asociados a una finca bajo manejo silvopastoril en el departamento de córdoba, Colombia
Báez, E. Y.	2018	Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco Cariniana piryformis M), teca Tectona grandis L.
Cherubín, M. R., Chavarro, J. P. & Silva, A. M.	2019	Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon
Gualteros, J. N.	2018	Resiliencia alimentaria en fincas con sistemas agroforestales bajo el modelo de alianzas productivas en el municipio de Muzo, Boyacá
Paladines, M., Suarez, J. C. & Guaca, L.	2017	Respuestas bioquímicas y daño oxidativo de Theobroma cacao L en diferentes arreglos agroforestales
Rico, A. & Suarez, J. C.	2018	Biomasa de raíces finas en arreglos agroforestales con cacao en la Amazonia occidental colombiana
Silva A., Garay S., Gómez A.	2018	Impacto de Alnus acuminata kunth en los flujos de N2O y calidad del pasto Pennisetum clandestinum
Suarez, J. C., Melgarejo, L. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., DaMatta, F. M. & Armas, C.	2018	Photosynthesis limitations in cacao leaves under different agroforestry systems in the Colombian Amazon
Rodríguez, L., Ule, L. C. & Suarez, J. C.	2019	Formation of Macroaggregates and Organic Carbon in Cocoa Agroforestry Systems
Ballesteros J., Morelo L., Pérez J.	2019	Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en córdoba, Colombia
Barragán, W. A. & Cajas, Y. S.	2019	Cambios bromatológicos y estructurales en Megathyrsus maximum bajo cuatro arreglos silvopastoriles

Anexo 40: Documentos de investigación en el "Nivel Predictivo"

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Neita, J. C. & Escobar, F.	2011	The potential value of agroforestry to dung beetle diversity in the wet tropical forests of the pacific lowlands of Colombia
Álvarez, F., Rojas, J. & Suarez, J. C.	2012	Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores

Anexo 41: Documentos de investigación en el "Nivel Aplicativo"

AUTOR	AÑO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
Farfan, F., Arias, J. J. & Riaño, N. M.	2003	Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café
Melo, O., Martinez, E. & Correa, G.	2012	Indicadores morfométricos foliares para la detección temprana del estrés hídrico de Gmelina arborea roxb en sistemas agroforestales, Santafé de Antioquia
Gutierrez, R. A., Castro, B. L. & Rivillas, C. A.	2004	Manejo de focos de llagas radicales en cafetales
Gutierrez, A. J.	2014	Rehabilitación ecológica de áreas ripiaras con arreglos agroforestales en zonas ganaderas del Piedemonte Llanero
Ávila, C. A., De los Ríos, I., & Martin, S.	2018	Illicit crops substitution and rural prosperity in armed conflict areas: A conceptual proposal based on the Working With People model in Colombia Land Use Policy