

**EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL COMPONENTE
FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES CAFETEROS EN EL
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**ANGELA MARCELA CAMAYO GUASCA
LUISA FERNANDA LÓPEZ ÁLVAREZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN – CAUCA
2022**

**EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL COMPONENTE
FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES CAFETEROS EN EL
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

**ANGELA MARCELA CAMAYO GUASCA
LUISA FERNANDA LÓPEZ ÁLVAREZ**

**Informe final en la modalidad de trabajo de investigación presentado para
optar por el título de Ingenierías Forestales**

**Directores
Mag. JUAN CARLOS VILLALBA MALAVER
Mag. MATHILDE LÉPINE**

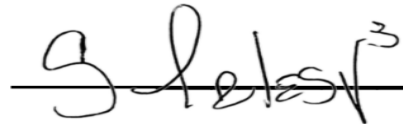
**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN - CAUCA
2022**

NOTA DE ACEPTACIÓN


Los directores y los jurados han leído el presente documento, escuchado la sustentación del mismo por sus autoras y lo encuentran satisfactorio.



ROMAN OSPINA
Presidente de jurado



SANDRA MORALES
Jurado



JUAN CARLOS VILLALBA
Director 1



MATHILDE LÉPINE
Director 2

Popayán, Agosto de 2022

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi madre Sandra Álvarez, por apostar por mí, por tus sacrificios y por siempre creer que llegaría lejos.

A mi padre Emiro López, por su apoyo incondicional, por ser un ejemplo de responsabilidad de trabajo y de buenos valores para mí.

A mi Eva por creer en mi desde el principio. TE AMO.

Luisa Fernanda López

A Dios por darme fortaleza para seguir adelante siempre.

A mi madre Carmen y mi padre Nelson por siempre apoyarme y ayudarme a cumplir mis metas.

A mis abuelos y hermanos por el amor y apoyo que me brindan cada día.

A mis compañeros de programa por siempre ayudarme, apoyarme y compartirme sus conocimientos.

Angela Marcela Camayo

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos

A Dios y a cada una de nuestras familias por su amor y su apoyo incondicional.

A nuestros directores Juan Carlos Villalba y Mathilde Lépine por el valioso tiempo dedicado a asesorías, por su colaboración, aportes, consejos y especialmente por la amistad que nació de esta experiencia tan enriquecedora para con nosotras.

A la Fundación Colombia Nuestra y su equipo técnico, a la Red ASOVIDAS y las familias que hicieron parte de la investigación por el apoyo y la confianza puesta en nosotras para el desarrollo de este proyecto.

A los profesores del programa de Ingeniería Forestal, compañeros y amigos que de una u otra manera influyeron en cada paso dado y cada momento compartido.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1 MARCO REFERENCIAL	16
1.1 LOCALIZACIÓN	16
1.2 CLIMA.....	17
1.3 MARCO TEORICO	17
1.3.1 Componente forestal	17
1.3.2 Sistemas agroforestales (SAF).....	18
1.3.3 Servicios ecosistémicos	18
1.3.4 <i>Shade Tree Advice Tool - STAT</i>	19
1.4 MARCO HISTÓRICO.....	20
2 METODOLOGÍA	24
2.1 REUNIONES VIRTUALES Y PRESENCIALES CON LA RED ASOVIDAS Y LA FUNDACIÓN COLOMBIA NUESTRA	24
2.1.1 Selección de los grupos de familias organizadas	24
2.1.2 Elaboración y concertación de actividades.....	25
2.1.2.1 Socialización en Piendamó	25
2.1.2.2 Socialización en Cajibío	26
2.1.2.3 Socialización en Caldoño	27
2.2 IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL Y LAS ESPECIES ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE CAFÉ	27
2.2.1 Guía de entrevista	27
2.2.2 Inventario forestal	28
2.2.2.1 Muestreo	28
2.2.2.2 Índice de valor de importancia (IVI).....	29
2.2.2.3 Curva de acumulación de especies.....	30
2.2.3 Número de individuos y especies en las fincas cafeteras	30
2.3 SELECCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS	30
2.3.1 Selección de especies forestales	30
2.3.2 Cualificación de los servicios ecosistémicos	30
2.4 CONOCIMIENTO LOCAL.....	31
2.4.1 Sistematización <i>Shade Tree Advice Tool</i>	32

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1	IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL Y LAS ESPECIES ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE CAFÉ	34
3.1.1	Componente forestal	34
3.1.1.1	Bosque natural	34
3.1.1.2	Guadua	35
3.1.1.3	Cercas vivas.....	35
3.1.1.4	Humedales	36
3.1.2	Composición y riqueza florística	37
3.1.2.1	Grafico del índice de valor de importancia (IVI).....	41
3.1.2.2	Curva de acumulación de especies.....	42
3.1.3	Número de individuos y especies en las fincas cafeteras	43
3.2	CUALIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS POR PARTE DE LAS FAMILIAS.....	45
3.3	CUALIFICACIÓN DE LA COMUNIDAD EN CUANTO AL CONOCIMIENTO LOCAL.....	46
3.3.1	Sistematización <i>Shade Tree Advice Tool</i>	47
3.3.2	Caracterización de los servicios ecosistémicos con base en la herramienta <i>Shade Tree Advice Tool</i>	47
3.3.2.1	Biodiversidad.....	49
3.3.2.2	Protección contra el viento	49
3.3.2.3	Protección contra el granizo	50
3.3.2.4	Regulación climática	51
3.3.2.5	Fertilidad del suelo	52
3.3.2.6	Esperanza de vida del café	53
3.3.2.7	Producción de fruta	54
3.3.2.8	Control de plagas y enfermedades.....	55
3.3.2.9	Producción de café.....	55
3.3.2.10	Control de maleza.....	56
	CONCLUSIONES	58
	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Criterios de selección de familias.....	24
Tabla 2. Componente forestal de los productores.	34
Tabla 3. Especies forestales y frutales registradas en el inventario forestal.	38
Tabla 6. Número de individuos y especies encontradas en el área de muestreo (0,1 ha = 1000m ²).	43
Tabla 4. Análisis estadístico de los servicios ecosistémicos.....	45
Tabla 5. Servicios ecosistémicos utilizados para la investigación y su clasificación.	45
Tabla 7. Ejemplo de la base de datos del servicio ecosistémico Biodiversidad. ...	47
Tabla 8. Resumen de las principales especies forestales asociadas a cada servicio ecosistémico.	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área de estudio en el departamento del Cauca.....	16
Figura 2. Selección de familias y fechas de socialización.....	24
Figura 3. Poster de exposición de la metodología desarrollada.	25
Figura 4. Socialización del proyecto en Piendamó.	26
Figura 5. Socialización del proyecto en Cajibío.	26
Figura 6. Socialización del proyecto en Caldonó.	27
Figura 7. Mapa a mano alzada de la finca La Aurora ubicada en Piendamó-Cauca.	28
Figura 8. Representación del servicio eco sistémico Producción de café.....	31
Figura 9. Representación de la especie <i>Inga densiflora</i> Benth.....	32
Figura 10. Humedales cercanos a las fincas de las familias.....	36
Figura 11. Evidencia del material botánico colectado para la corroboración por un experto.....	37
Figura 12. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI).	41
Figura 13. Curva de acumulación de especies.	42
Figura 14. Obtención del conocimiento local por parte de las familias.	46
Figura 16. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Biodiversidad.	49
Figura 17. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Protección contra el viento.....	50
Figura 18. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Protección contra el granizo.	50
Figura 19. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Regulación climática.	51
Figura 20. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Fertilidad del suelo.	52
Figura 21. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Esperanza de vida del café.....	53
Figura 22. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Producción de fruta.....	54
Figura 23. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Control de plagas y enfermedades.....	55
Figura 24. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Producción de café.	56
Figura 25. Análisis en el programa <i>Bradley Terry</i> del servicio ecosistémico Control de maleza.	56

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Formulario de consentimiento para usos de datos.	65
Anexo 2. Entrevista.....	67

GLOSARIO

AGROFORESTERÍA: es una estrategia que tiene como objetivo reforzar y establecer la sostenibilidad en las fincas de los agricultores mediante la promoción de la diversificación productiva y capacitación en el manejo de sistemas estratificados; mejorar y mantener todo tipo de agricultura; aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar los nutrientes, modificar el microclima dentro del cultivo y optimizar la productividad del sistema mediante la producción sostenible, entre otras.

BRADLEY TERRY ANALYSIS: es un modelo de probabilidad que puede predecir el resultado de una comparación pareada.

CAMBIO CLIMATICO: es la alteración de la composición de la atmósfera global que causa múltiples consecuencias negativas para la naturaleza y la vida.

CARTOGRAFÍA SOCIAL: permite a través de mapas realizados por comunidades manejar la información de una manera dinámica, percibiendo la manera en la que las comunidades se relacionan e interaccionan con su entorno y su territorio.

CERCA VIVA: llamadas así porque están compuestas de árboles, son plantaciones lineales de una o varias especies que soportan el alambre de púas y conforman una barrera alrededor de los lotes finqueros, sirven como corredores biológicos para algunas especies de aves, insectos o mamíferos pequeños.

CONOCIMIENTO LOCAL: son esos conocimientos que nos dejan nuestros ancestros y son transmitidos a través del tiempo.

CONSERVACIÓN: es el conjunto de métodos y acciones que buscan mantener en el tiempo los bienes y servicios provistos por la naturaleza, beneficiando a las actuales y futuras generaciones. Es parte del desarrollo sustentable y busca proveer a la sociedad de recursos sin sobre explotar los ecosistemas, recuperando y restaurando los ambientes degradados.

ESPECIE FORESTAL: plantas de tallo leñoso, que se ramifican a cierta altura del suelo. Además, producen ramas secundarias nuevas cada año, que parten de un único fuste o tronco, dando lugar a una nueva copa separada del suelo.

FICHAS DE ESTUDIO: es una tarjeta que se utiliza para estudiar y repasar conceptos, fechas, formulas, vocabulario o cualquier otro tipo de contenido que se planea memorizar.

HERRAMIENTAS PARTICIPATIVAS: son los métodos participativos que incluyen todas las técnicas que faciliten la participación democrática del grupo de miembros en el proceso de reflexión y análisis como entrevistas y diálogos semiestructurado.

Estos métodos facilitan el rompimiento de la dinámica formal de poder que existe dentro de cualquier grupo de personas y crea una situación tal que los roles de diferentes personas no obstaculicen el fluido libre de ideas y opiniones.

INVENTARIO FORESTAL: recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada.

MUESTRA BOTANICA: es la porción terminal de una rama de aproximadamente 30-35 cm de longitud; esta porción debe ser cortada con ayuda de tijeras especializadas y la rama que se colecte debe tener varias hojas.

NOMBRE CIENTIFICO: nombre latino con el que se designa la especie, compuesto de dos términos, en primer lugar, figura el nombre del género, que debe escribirse en mayúscula y a continuación el específico. De esta forma, se evitan las ambigüedades y las circunscripciones poco claras de los nombres vulgares.

SHADE TREE ADVICE TOOL: este sitio web proporciona información basada en el conocimiento local, explicando cómo las especies de árboles de sombra se adaptan mejor localmente a los servicios de los ecosistemas elegidos por los productores para adoptar o mejorar sus sistemas de café agroforestal.

SISTEMAS AGROFORESTALES: son aquellos que optimizan los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas, y sociales predominantes.

SOCIALIZACIÓN: proceso mediante el cual varios actores interactúan entre sí para realizar un intercambio de ideas, obteniendo información sobre un determinado tema; dicha socialización debe realizarse al inicio de un proceso y al culminar el mismo.

RESUMEN

En la actualidad los servicios ecosistémicos en los sistemas agroforestales están subestimados, por lo tanto, no son valorados y menos cuando se trata de cultivar y producir café, por esto, se ha visto la pérdida de biodiversidad en diferentes lugares de Colombia. Para conocer los servicios ecosistémicos que prestan los árboles a los agricultores, se realizó un estudio sobre la sombra que se utiliza en sistemas agroforestales en los municipios de Piendamó, Cajibío y Caldonó, con el objetivo de dar visibilidad a las especies que prestan servicios ecosistémicos e identificar el componente forestal que se encuentra asociado a los sistemas agroforestales en los cultivos de café. La sistematización de la información sobre las especies que mayores beneficios generan a los agricultores son principalmente el guamo machete (*Inga densiflora*) y el guamo mono (*Inga edulis*); finalmente los datos aportaron nueva información a la herramienta *Shade Tree Advice Tool*, lo que sería el primer reporte para Colombia.

Palabras clave: conocimientos tradicionales, servicios ecosistémicos, sistemas agroforestales, *Shade Tree Advice Tool*.

SUMMARY

Currently the ecosystem services in agroforestry systems are underestimated, therefore, they are not valued and less so when it comes to cultivating and producing coffee, for this reason, the loss of biodiversity has been seen in different parts of Colombia. In order to know the ecosystem services that trees provide to farmers, a study was carried out on the shade used in agroforestry systems in the municipalities of Piendamó, Cajibío and Caldonó, with the objective of giving visibility to the species that provide ecosystem services and to identify the forest component that is associated with agroforestry systems in coffee plantations. The systematization of the information on the species that generate the greatest benefits for farmers are mainly the guamo machete (*Inga densiflora*) and the guamo mono (*Inga edulis*); finally the data contributed new information to the *Shade Tree Advice Tool*, which would be the first report for Colombia.

Keywords: traditional knowledge, ecosystem services, agroforestry systems, *Shade Tree Advice Tool*.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se desarrolló dentro del marco del proyecto “Fortalecimiento de organizaciones de base comunitaria y redes agroecológicas en el suroccidente colombiano, Agroecología para la Paz – Proyecto ECOPAZ” impulsado por la Fundación Colombia Nuestra (FCN), asociada a la red Alianza Solidaria de Organizaciones por la Vida Digna y la Agricultura Sostenible (ASOVIDAS), quienes han venido realizando prácticas en sistemas agroforestales de café que contribuyen a la transición agroecológica del agroecosistema.

En la actualidad, la tendencia mundial que se tiene a exponer los cultivos a plena luz solar, provoca la pérdida de biodiversidad y que las familias dependan de la entrada de insumos externos, por lo tanto, al identificar el componente forestal dentro de las fincas de las familias permite que se conozca los diferentes servicios ecosistémicos que estas especies prestan a los cultivos de café haciendo el cultivo más sustentable a través del tiempo.

Es muy importante tener en cuenta el conocimiento local que las familias tienen sobre las especies arbóreas. Las expresiones que han sido realizadas, mantenidas, transmitidas y perfeccionadas a través del tiempo, reflejan la riqueza de observaciones que emanan de una cultura, como lo son los conocimientos sobre la naturaleza, sin estas la supervivencia de los humanos no hubiera sido posible. Se trata de los saberes transmitidos por vía oral de generación en generación, por medio de los cuales la especie humana fue moldeando sus relaciones con la naturaleza de acuerdo con Toledo y Barrera¹.

Por lo tanto, para el desarrollo de este trabajo se propusieron y desarrollaron los siguientes objetivos: a) identificar el componente forestal y las especies forestales asociadas a los cultivos de café en las familias caficultoras que manejan sistemas agroforestales, b) determinar los servicios ecosistémicos de los árboles en sistemas agroforestales a partir del conocimiento local de las especies y c) por último sistematizar la información para la herramienta *Shade Tree Advice Tool*.

¹ TOLEDO, Víctor y BARRERA-BASSOLS, Narciso. La memoria biocultural Importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. En: Reseña. Barcelona. 2009.p.76.

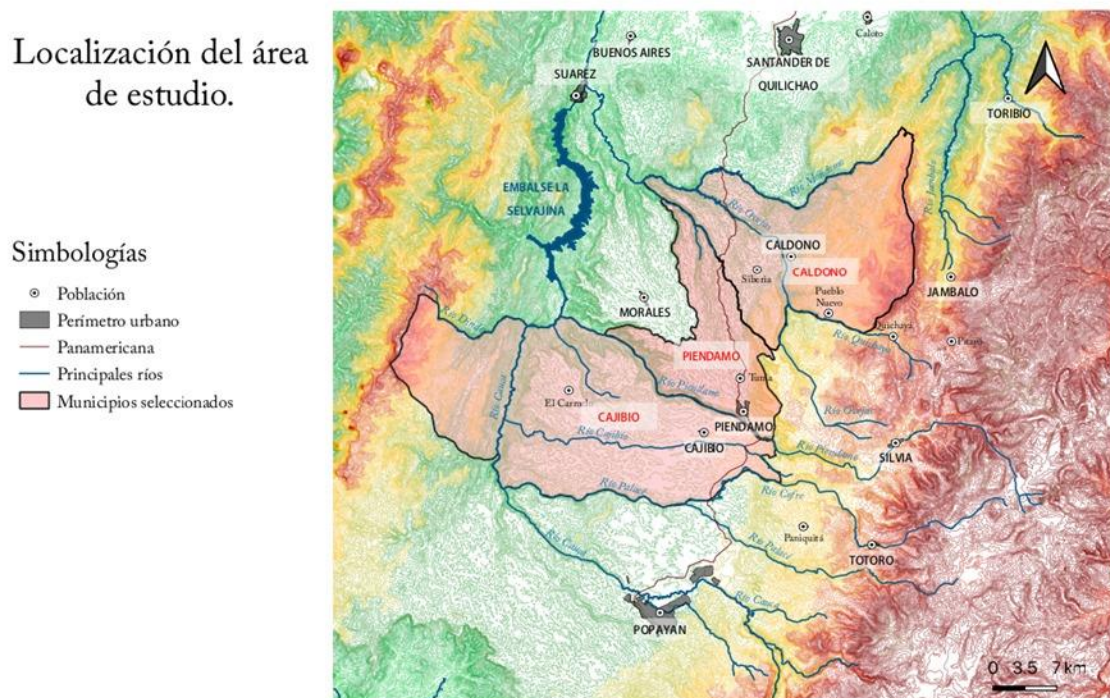
1 MARCO REFERENCIAL

1.1 LOCALIZACIÓN

La zona interandina del departamento del Cauca escogida para esta investigación está ubicada al suroeste del país entre las regiones andina y pacífica; localizado entre los $00^{\circ}58'54''$ y $03^{\circ}19'04''$ de latitud norte y los $75^{\circ}47'36''$ y $77^{\circ}57'05''$ de longitud oeste según la Escuela Nacional de Geografía (ESGEO)².

El estudio se realizó en tres municipios: Piendamó con una elevación en su cabecera municipal de 1.535 m.s.n.m., Cajibío con una elevación de 1.560 m.s.n.m. y Caldonó con una elevación de 1.730 m.s.n.m según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)³, (ver figura 1).

Figura 1. Área de estudio en el departamento del Cauca.



Fuente: Mathilde Lépine, datos tomados del IGAC.

² ESCUELA NACIONAL DE GEOGRAFÍA (ESGEO). Geografía de Colombia, Departamentos de Colombia. En: SOGEOCOL. Colombia. 2011.

³ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. En: DANE. Colombia. 2018.

1.2 CLIMA

El clima del departamento del Cauca está determinado principalmente por su relieve y posición geográfica, dando como resultado que se presenten todos los pisos térmicos desde el clima cálido súper húmedo que se encuentra en la costa pacífica caucana hasta las nieves perpetuas del Nevado del Huila. En la vertiente occidental se presentan climas cálidos húmedos y súper húmedos. Hacia la cuenca del Patía el clima es de tipo cálido semiárido. Sobre la parte central predomina el clima templado húmedo y semihúmedo. Los climas fríos se registran a lado y lado de la meseta de Popayán según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)⁴.

La distribución de lluvias en el departamento del Cauca registra una gran variabilidad territorial. Las mayores lluvias ocurren hacia la vertiente del Pacífico en los municipios de López de Micay, Timbiquí y Guapi, con volúmenes superiores a los 7000 mm anuales. Los menores valores se registran en sectores de la cuenca del Patía, en municipios como Rosas, El Bordo y La Fonda, entre otros, con cantidades anuales menores a los 1000 mm en promedio. El régimen de lluvias predominante en el departamento es bimodal con una temporada seca muy marcada hacia los meses de Junio, Julio y Agosto y una temporada lluviosa principal en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre. Adicionalmente, se registran dos temporadas secundarias: en los meses de Enero y Febrero las lluvias disminuyen y en el período de Marzo a Mayo, se incrementan. En la vertiente del Pacífico, no existe una temporada seca definida y las lluvias predominan durante todo el año⁵.

1.3 MARCO TEORICO

El marco teórico para desarrollar la investigación consiste en tres categorías, componente forestal, servicios eco sistémicos y la herramienta *Shade Tree Advice Tool*.

1.3.1 Componente forestal

Es todo el conjunto de árboles, bosques naturales o plantados, incluida la guadua que se encuentran dentro de una finca según lo planteado por Villalba y Lasso⁶.

La diversidad del componente forestal se está perdiendo por la tendencia al monocultivo con fines de obtener beneficios financieros de una forma rápida y

⁴INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). CAUCA. En: IDEAM. Colombia. 2022.

⁵ GOBERNACIÓN DEL CAUCA. Perfil departamental del Cauca. En: Gobernación del Cauca. Popayán. 2020. p. 11.

⁶ VILLALBA, Juan y LASSO, Arnold. Guía para la caracterización del componente forestal en sistemas cafeteros. En; Centro de Investigación, Innovación y Promoción para el Desarrollo de la Caficultura Caucana – CICAFUCULTURA-. Popayán. 2020. p.8.

segura, es por esto que se debe manejar un adecuado sistema agroforestal que permita la asociación entre especies.

1.3.2 Sistemas agroforestales (SAF)

“El Sistema Agroforestal (SAF) es la forma de usar la tierra, que implica la combinación de especies forestales, en tiempo y espacio, con especies agronómicas, en procura de la sostenibilidad del sistema”⁷.

Los sistemas agroforestales con sustento científico agroecológico son una poderosa herramienta que se suma al ya rico y diverso conocimiento tradicional indígena, campesino y afroamericano en sistemas que integran los árboles, los arbustos, las palmas y la flora silvestre con todo tipo de cultivos y animales domésticos que permiten la soberanía y seguridad alimentaria local, tanto como el abastecimiento de los mercados de los países según Detlefsen y Somarriba⁸.

“El diagnóstico del sistema agroforestal en la finca es la recopilación y análisis de la información biofísica donde se desarrolla el sistema agroforestal. Recopilar y analizar nos permite identificar los bienes y servicios que el componente arbóreo y arbustivo brinda al productor”⁹.

El desconocimiento por parte de los productores hacia las especies conlleva a que sus cultivos no sean los mejores, es por esto que la herramienta *Shade Tree Advice Tool* permite de una manera rápida encontrar especies que complementen a su cultivo según lo expuesto por Wolf, *et al*¹⁰.

1.3.3 Servicios ecosistémicos

Según Díaz, *et al*¹¹, estos se definen como los beneficios y ocasionalmente las pérdidas o detrimentos, que las personas obtienen de los ecosistemas. Según la

⁷ OFICINA NACIONAL FORESTAL. Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Costa Rica. 2013.

⁸ DETLEFSEN, Guillermo y SOMARRIBA, Eduardo. Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. En: Informe técnico Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba. 2015.p.21.

⁹ VILLALBA, Juan y LASSO, Arnold. Guía para la caracterización del componente forestal en sistemas cafeteros. En; Centro de Investigación, Innovación y Promoción para el Desarrollo de la Caficultura Caucana – CICAFUCULTURA-. Popayán. 2020. p.18.

¹⁰ WOLF, Just van der, *et al*. The Shade Tree Advice Tool: An ICT solution to advise coffee and cocoa farmers on shade tree selection. En: CGIAR. Copenhagen.2017.

¹¹ DÍAZ, Sandra, *et al*. The IPBES Conceptual Framework – connecting nature and people. En: ScienceDirect. 2015. Vol. 14. P. 1 - 16.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO)¹² los servicios eco sistémicos se encuentran divididos de la siguiente manera:

- **Servicios de regulación**

Son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos eco sistémicos, por ejemplo, la regulación de la calidad del aire y la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones, las enfermedades y la polinización de los cultivos.

- **Servicios de soporte**

Son necesarios para la producción de todos los demás servicios eco sistémicos, por ejemplo, ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética.

- **Servicios culturales**

Son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual.

- **Servicios de abastecimiento**

Son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, el suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustibles. Es importante evaluar los servicios eco sistémicos ya que estos, proponen hacer visibles las contribuciones de los ecosistemas al bienestar humano. “Esto resulta ser una oportunidad para realizar una lectura de las relaciones que se dan sobre un territorio entre las dinámicas biofísicas de los ecosistemas de páramo y las diferentes valoraciones, percepciones y usos por parte de beneficiarios directos e indirectos de este ecosistema, en los niveles regional y local”¹³.

Los servicios eco sistémicos serán evaluados desde el componente forestal que se encuentre en las fincas.

1.3.4 Shade Tree Advice Tool - STAT

Como herramienta de sistematización de la información del presente estudio se trabajó la información a partir del STAT. Es una herramienta de asesoramiento

¹² ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. En: Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura. 2022

¹³ NIETO, Margarita, et al. Análisis de servicios ecosistémicos. Provisión y regulación hídrica. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015, p. 7.

sobre árboles de sombra, que incluye varios criterios de selección para especies de árboles adecuadas que brindan una variedad de servicios eco sistémicos según Wolf, *et al*¹⁰.

Esta herramienta tiene como objetivo abordar información sobre los servicios ecosistémicos que prestan los arboles a los cultivos mediante la integración del conocimiento local de los agricultores, la información se debe sistematizar en una base de datos que deberá ser subida a la herramienta para posteriormente orientar los procesos de selección de árboles. A través de la repetición de la metodología de recopilación de datos en los sistemas de cultivo de café y cacao en diferentes regiones, la herramienta tiene la capacidad de brindar asesoramiento específico del contexto sobre árboles de sombra que se ajuste a las prioridades de los agricultores como lo expone Wolf, *et al*¹⁰.

1.4 MARCO HISTÓRICO

En lo que respecta a los componentes agrícolas asociados al café, es común la presencia de especies frutales, que contribuyen a complementar las necesidades de alimentación de la familia, además de convertirse en un gran potencial agroindustrial si son aprovechados con este fin.

Las funciones productivas, socioeconómicas y ambientales de largo plazo que comparan café en SAF con diferentes especies arbóreas con café a pleno sol, ambos con diversos insumos orgánicos y convencionales demuestran que los SAF con manejo convencional hasta el momento han tenido la mayor producción de café, pero los SAF orgánicos han logrado también productividad muy alta, con menores costos, han evitado la acidificación de los suelos y mejorado sus propiedades físicas y químicas, mantienen una mayor biodiversidad herbácea y menor incidencia de plagas.

A través de la identificación de las interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra se ha demostrado como esas interacciones afectan directamente e indirectamente los cafetales y su producción según Mera, *et al*¹⁴. “Se detectó depredación directa sobre la broca de café *Hypothenemus hampei*, por hormigas de las especies *Temnothorax* sp.1, *Temnothorax* sp.2. Además, se encontraron hormigas como *Wasmannia auropunctata* y *Crematogaster* sp.6, acarreado pedazos del cuerpo de este insecto plaga”¹⁴.

¹⁴ MERA VELASCO, Yamid Arley; GALLEGO ROPERO, María Cristina y ARMBRECHT, Inge. Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra, Cauca-Colombia. En: Revista Colombiana de Entomología. Bogotá. 2010. Vol. 36, No. 1. P. 1.

Coral¹⁵, desarrollo en Caldoño, Cauca un estudio con el objetivo de obtener información a partir de los conocimientos tradicionales por parte de los actores locales; esta permite articular el enfoque forestal ligado a los sistemas productivos presentes en las fincas asociadas a la Red de Guardianes de Semilla de Vida (RGSV) y determinar cómo contribuyen estas especies en la permanente alimentación de las familias.

Se determinó que el componente forestal en las fincas contribuye de manera directa a la alimentación de familias pertenecientes a la RGSV, ya que, en comparación con las categorías de uso genérico medicinal, dendroenergético y maderable; el uso alimenticio fue el más representativo con un 20%. “Las especies nativas predominan en esta zona y su presencia se convierte en un factor ideal para proveer de refugio y alimento a la fauna silvestre. La información obtenida en los espacios de intercambio de conocimientos, permitió que los actores/actoras locales tomaran conciencia en cuanto a la importancia de las semillas de especies forestales y las funciones que cumplen los árboles en el marco de la Soberanía Alimentaria”¹⁶.

Graefe, *et al*¹⁷, realizó un estudio en Ghana, África sobre los conocimientos locales de los agricultores sobre los árboles de sombra en cultivos de cacao en dos ubicaciones con diferentes condiciones climáticas y vulnerabilidad al cambio climático. Los resultados mostraron que los productores de cacao tienen un conocimiento detallado sobre las funciones de los árboles de sombra en los sistemas de cacao y prefieren especies que satisfagan necesidades específicas de acuerdo con la ubicación. Sin embargo, la abundancia de especies en un lugar no necesariamente se traduce en impactos beneficiosos sobre la productividad del cacao. En la parte más seca del cinturón de cacao, la diversificación de ingresos a través de árboles de sombra es una estrategia de adaptación a las condiciones cada vez más marginales para la producción de cacao, lo que ha llevado a una alta proporción de árboles frutales entre las especies más abundantes. En contraste, los agricultores en la parte sur del cinturón de cacao seleccionan árboles de sombra por su alta compatibilidad con el cacao, por lo tanto, las estrategias de adaptación para los productores de cacao deberían promover las especies que mejor se adapten a las necesidades económicas, agronómicas y ambientales de los agricultores.

¹⁵ CORAL MORA, Erika Marisol. Acompañamiento en la inclusión del componente forestal a las actividades asociadas a la soberanía alimentaria en el municipio de Caldoño – Cauca. En: Repositorio Universidad del Cauca. Popayán. 2019. P.15.

¹⁶ CORAL MORA, Erika Marisol. Acompañamiento en la inclusión del componente forestal a las actividades asociadas a la soberanía alimentaria en el municipio de Caldoño – Cauca. En: Repositorio Universidad del Cauca. Popayán. 2019. P.62.

¹⁷ GRAEFE, Sophie, *et al*. Evaluating Farmers' Knowledge of Shade Trees in Different Cocoa Agro-Ecological Zones in Ghana. En: Human Ecology. New York. 2017. Vol. 45, No. 3. P. 321-332.

Lépine¹⁸, realizó un estudio en la meseta de Bolovens en el sur de Laos (Asia), con el propósito de documentar el conocimiento local de los servicios eco sistémicos asociados con árboles en asociación con cultivos de café para alimentar la herramienta *Shade Tree Advice Tool*, esta proporciona información, basada en el conocimiento local, explicando cómo las especies de árboles de sombra se adaptan mejor localmente a los servicios de los ecosistemas elegidos por los productores para adoptar o mejorar sus sistemas de café agroforestal, el estudio analiza el impacto de tres factores principales: el tipo de suelo (suelo "fértil" y "menos fértil"), la altitud y la diferencia de género, se encontró que el factor suelo es el que más influye en la composición de los sistemas y se ve la aparición de dos sistemas, el suelo "fértil" y el suelo "menos fértil", en el suelo fértil se encontró una menor diversidad de especies encontrando solo leguminosas y en los suelos menos fértiles se encontró una mayor diversidad y muchas especies naturales.

Carpente¹⁹, realizó un estudio en Matagalpa, Nicaragua que moviliza el conocimiento ecológico local de los agricultores sobre las especies de árboles de sombra y los servicios ecosistémicos que brindan para mejorar los sistemas agroforestales de café a pequeña escala. Con un enfoque de método mixto, se realizaron encuestas de hogares, inventarios de árboles y 65 ejercicios de clasificación de árboles en tres aldeas para comprender el contexto local y el conocimiento local de los agricultores. Los resultados confirmaron que los pequeños productores de café han adoptado y retenido una gran diversidad de árboles de sombra en sus sistemas, con 106 especies enumeradas, y muestran un amplio conocimiento de las especies individuales. Los encuestados identificaron 13 servicios ecosistémicos y 7 perjuicios de los árboles de sombra. Las diferencias de género aparecen tanto en el conocimiento de especies individuales como en las preferencias de servicios ecosistémicos, lo que indica que las iniciativas locales deben centrarse en incluir a ambos géneros. Los agricultores estaban dispuestos a aumentar aún más la diversidad de sus sistemas para obtener servicios ecosistémicos específicos, por ejemplo, suministro de alimentos, mejora de la fertilidad del suelo. Sin embargo, una cuarta parte de los agricultores encuestados desea reducir o abandonar la producción de café debido a los altos costos de mantenimiento y la baja rentabilidad, lo que representa una amenaza contra la diversidad de árboles en el paisaje. Las iniciativas locales deben facilitar el acceso a las plántulas y las oportunidades de mercado para ayudar a los agricultores a mejorar y diversificar sus fuentes de ingresos agroforestales.

¹⁸ LÉPINE, Mathilde. Connaissances locales des services écosystémiques dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers au Laos. En: ISTOM. Francia. 2018. P.3.

¹⁹ CARPENTE, Anaïs. Optimizing shade tree species recommendation through the mobilization of local ecological knowledge. MSC. In Agricultural development. Matagalpa. University of Copenhagen. Department of food and resource economics (IFRO). 2020. 166 p.

En siete comunas de Son La y Dien Bien, Nguyen, *et al*,²⁰ realizó una encuesta a 124 agricultores de tres grupos indígenas en el noroeste de Vietnam para documentar las prácticas agroforestales del café y los servicios ecosistémicos asociados con las diferentes especies de árboles utilizadas en ellas. Los árboles se clasificaron de acuerdo con los principales servicios y perjuicios de los ecosistemas que las comunidades rurales consideran relevantes a nivel local. Los resultados mostraron que la riqueza de especies de árboles en las parcelas agroforestales fue mucho mayor para el café en comparación con las parcelas sin café, incluyendo aquellos con cultivos anuales y plantaciones de árboles. La mayoría de los agricultores conocían los beneficios de los árboles para la mejora del suelo como protección (del viento y el granizo) y la provisión de sombra y mantillo. Por el contrario, los agricultores tenían un conocimiento limitado del impacto de los árboles en la calidad del café y otras interacciones entre los árboles y el café. Los agricultores clasificaron las especies de árboles de leguminosas *Leucaena leucocephala* como la mejor para incorporar en cafetales por los servicios que brinda al café. No obstante, la selección de especies de árboles por parte de los agricultores para combinar con el café estuvo muy influenciada por los beneficios económicos proporcionados, especialmente por los árboles frutales intercalados, que estuvo influenciado por el acceso al mercado, determinado por la proximidad de las fincas a una carretera principal. Los hallazgos de esta investigación ayudarán a las instituciones locales de extensión y a los agricultores a seleccionar especies de árboles apropiadas que se adapten al contexto local y que coincidan con las necesidades y limitaciones del hogar, facilitando así la transición a una práctica de producción de café más sostenible y climáticamente inteligente.

²⁰ NGUYEN, Mai, *et al*. Local Knowledge about Ecosystem Services Provided by Trees in Coffee Agroforestry Practices in Northwest Vietnam. En: Land 9. Vietnam. 2020. No. 12. P. 486.

2 METODOLOGÍA

2.1 REUNIONES VIRTUALES Y PRESENCIALES CON LA RED ASOVIDAS Y LA FUNDACIÓN COLOMBIA NUESTRA

Para los propósitos del presente análisis la red ASOVIDAS que es una red de agricultores organizados orgánicos o en transición agroecológica y la Fundación Colombia Nuestra (FCN) que se encarga de contribuir a la construcción de territorios fortaleciendo formas organizativas para la autogestión, mediante el diseño e implementación de propuestas socioeconómicas solidarias y sostenibles, surgidas del conocimiento cultural de las comunidades, se unieron a este proyecto siendo los principales encargados de brindar información sobre las familias que se encontraban asociadas a la red. En esta colaboración se lograron organizar tres reuniones, donde se establecieron los parámetros para la selección de treinta familias en los tres municipios.

Figura 2. Selección de familias y fechas de socialización.



Fuente: elaboración propia.

2.1.1 Selección de los grupos de familias organizadas

Cada familia fue elegida teniendo en cuenta los siguientes criterios:

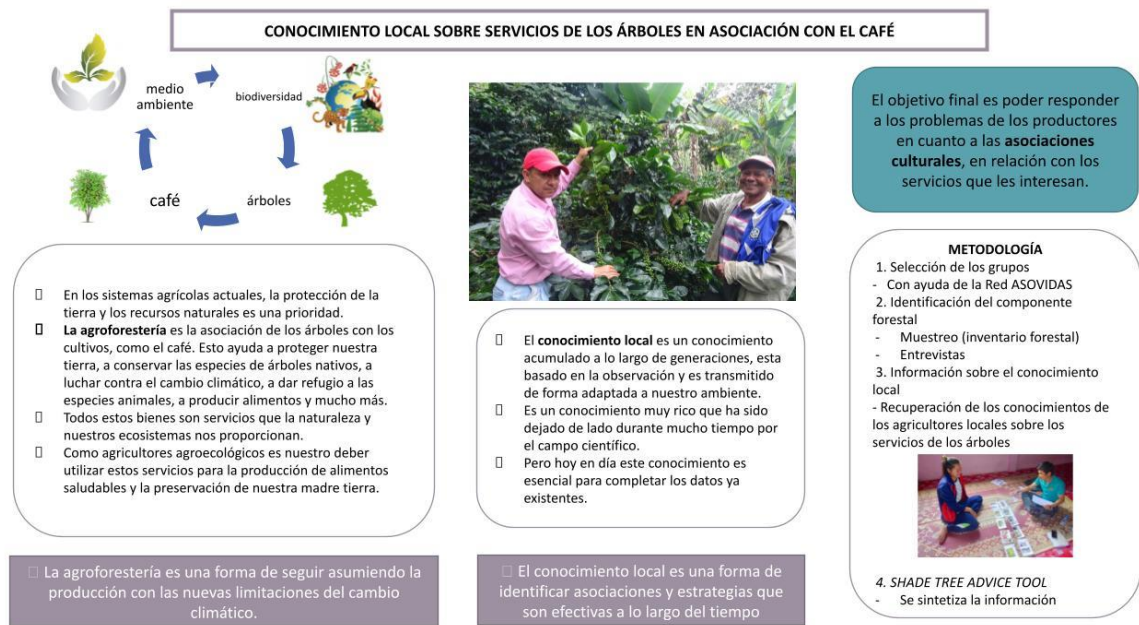
Tabla 1. Criterios de selección de familias.

Criterio	Descripción
- Organización	- Estar asociado a ASOVIDAS
- Sistema de producción	- Estar en proceso de transición agroecológico o certificado como orgánico.
- Finca	- Ser una familia referente campesina o indígena.
- Sistema agroforestal	- Que por lo menos un lote dentro de los cultivos de café tenga arboles asociados.

2.1.2 Elaboración y concertación de actividades

Se realizaron encuentros en la comunidad de los tres municipios involucrados en la investigación, Piendamó, Cajibío y Caldono, utilizando un poster se realizó la socialización de los objetivos, conceptos y metodología del proyecto, una vez desarrollado esto, se programó un cronograma para las respectivas visitas a los cultivos de las familias.

Figura 3. Poster de exposición de la metodología desarrollada.



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1 Socialización en Piendamó

Se realizaron dos visitas: En la primera, se realizó la socialización del proyecto y coordinación de fechas en la vereda Once de Noviembre con algunas familias, en la segunda, se socializó el proyecto en las veredas Loma Corta, Betania y Valparaíso. Cabe resaltar que en las dos visitas se contó con el acompañamiento por parte del equipo técnico de la FCN.

Figura 4. Socialización del proyecto en Piendamó.



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2 Socialización en Cajibío

Se realizó una visita a la vereda Michinchal, donde se socializo el proyecto y se coordinaron las fechas de encuentro.

Figura 5. Socialización del proyecto en Cajibío.



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3 Socialización en Caldoño

Se realizó una visita a la vereda Ventanas, donde se socializó el proyecto y se coordinaron las fechas de encuentro.

Figura 6. Socialización del proyecto en Caldoño.



Fuente: elaboración propia.

Después de la socialización, decidieron participar del proyecto las familias pertenecientes a las organizaciones AFRANEC Y ASPOCAFE de Cajibío, ASPROLUZ, BETANIA, ONCE DE NOVIEMBRE y RENACER de Piendamó y COASPROVILAS de Caldoño.

2.2 IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL Y LAS ESPECIES ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE CAFÉ

Una vez terminada la concertación de fechas para las visitas se continuó con el trabajo en campo.

2.2.1 Guía de entrevista

Antes de iniciar la entrevista, se distribuyó un formato a cada participante el cual solicitaba el consentimiento de uso de su información (Anexo A), con el fin de cargarla a la herramienta *Shade Tree Advice Tool*. Una vez obtenida esta

información se dio inicio a la entrevista (Anexo B) la cual se dividió en dos partes, para la primera parte se realizaron treinta entrevistas en una hoja de papel a un solo integrante por familia, donde respondieron preguntas abiertas sobre características de sus fincas y el componente forestal que se encuentra en ellas, para la segunda parte, se trabajó con fichas de estudio las cuales contenían información de los servicios ecosistémicos y las especies de árboles asociadas al cultivo, estas con el fin de obtener el conocimiento local de dos personas por familia a excepción de los que vivían solos.

2.2.2 Inventario forestal

2.2.2.1 Muestreo

Para el desarrollo de este apartado se realizó un recorrido por la finca con ayuda de la cartografía social (Figura 7) elaborada por las familias, donde se identificaron los lotes de café que contaban con sistemas agroforestales para posteriormente ser evaluados y con ello realizar las parcelas para el inventario forestal.

Figura 7. Mapa a mano alzada de la finca La Aurora ubicada en Piendamó-Cauca.



Fuente: elaboración propia.

Para la identificación del componente forestal se realizó un inventario en donde se tuvieron en cuenta las medidas del lote de café de cada familia; si el lote era mayor a 0,5 hectáreas se realizaban dos parcelas de 20x50 metros y si el lote era menor a 0,5 hectáreas se realizaba una sola parcela de 20x50 metros, obteniendo en total

treinta unidades muestrales. Esto con el objetivo de identificar las especies forestales presentes distinguidas por las familias y las otras especies forestales que se encontraban presentes en el lote de café que no eran reconocidas por las familias.

Para la identificación de las especies forestales, se tomaron muestras de ramas con hojas de los árboles que se encontraban dentro del lote de café, posteriormente fueron identificadas por el M.Sc. Román Ospina, dendrologo de la Universidad del Cauca. Después de esto se realizó el índice de valor de importancia (IVI) simplificado con base en Melo y Vargas²¹, con las especies encontradas.

- **Abundancia absoluta (Aba)**

Aba = número de individuos por especie (ni)

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (ni / N) \times 100$$

Donde:

ni = Número de individuos de la iésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

- **Frecuencia**

Frecuencia absoluta (Fra) = Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100% = existencia de la especie en todas las subparcelas.

Frecuencia relativa (Fr%)

$$Fr\% = (Fi / Ft) \times 100$$

Donde:

Fi = Frecuencia absoluta de la iésima especie

Ft = Total de las frecuencias en el muestreo

2.2.2.2 Índice de valor de importancia (IVI)

Se obtuvo sumando la frecuencia y la abundancia relativa de cada especie.

²¹ MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. En: Universidad del Tolima. Ibagué. 2003. P. 49.

2.2.2.3 Curva de acumulación de especies

Para determinar si el muestreo fue representativo en la determinación de la cantidad de especies, se empleó la curva especie área para lo cual se utilizó el programa estadístico *Estimates* 9.10.

2.2.3 Número de individuos y especies en las fincas cafeteras

Para conocer el número de árboles por unidad muestral que se encontró en cada finca se realizó una sumatoria de todos los individuos encontrados en cada unidad muestral y se dividió entre el total de las unidades muestrales obteniendo así un promedio.

2.3 SELECCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES Y LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS

Una vez realizadas las treinta entrevistas y el inventario forestal se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo para seleccionar treinta especies de árboles y diez servicios ecosistémicos teniendo en cuenta la metodología realizada por Lépine²².

2.3.1 Selección de especies forestales

Para la selección de las especies, se tuvieron en cuenta las treinta especies que arrojaron mayor índice de valor de importancia (IVI) para el tema de servicios ecosistémicos.

2.3.2 Cualificación de los servicios ecosistémicos

Para la cualificación se tuvieron en cuenta los siguientes servicios ecosistémicos: biodiversidad, fertilidad del suelo, regulación climática, protección contra el viento, protección contra el granizo, esperanzas de vida del café, producción de café, producción de fruta, control de plagas y enfermedades, control de maleza, medicinal, competencia por luz, espacio de enraizamiento, producción de madera, control de erosión del suelo, repulsión de fauna que afecta el cultivo, facilidad para trabajar en el lote.

Teniendo en cuenta las entrevistas a las familias, se realizó un análisis estadístico descriptivo para destacar diez de los diecisiete servicios ecosistémicos más representativos de los municipios en estudio basado en el trabajo de grado de

²² LÉPINE, Mathilde. Connaissances locales des services écosystémiques dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers au Laos. En: ISTOM. Francia. 2018. P.23.

Lépine²³, el cual consistió en puntuar de cero (siendo el menor valor) a cinco (siendo el mayor valor) el servicio ecosistémico que cada familia hallara más importante en su finca, posteriormente con estos puntajes se halló el promedio para filtrar los diez servicios ecosistémicos con mayor puntaje.

2.4 CONOCIMIENTO LOCAL

Para documentar del conocimiento local se tuvo en cuenta las especies que se encontraron en el lote más cercano a los hogares ya que en este lote es donde las familias tienden a plantar especies medicinales o frutales u otros servicios identificados por las familias y su cultura.

A partir de la información recolectada en campo se crearon fichas de estudio con fotos tomadas en campo de los lugares visitados y bases de datos de la Universidad del Cauca para verificar la información. Se obtuvieron dos tipos de fichas que se diferenciaron de manera alfabética representando los servicios ecosistémicos (Figura 8) y numéricas que representaron las especies forestales (Figura 9), esto con el objetivo de que fuera más fácil de reconocer la especie forestal o el servicio ecosistémico para las familias.

Figura 8. Representación del servicio eco sistémico Producción de café.



Fuente: Agricultura & Ganadería. Periódico virtual del sector agropecuario.

²³ LÉPINE, Mathilde. Connaissances locales des services écosystémiques dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers au Laos. En: ISTOM. Francia. 2018. P.30.

Figura 9. Representación de la especie *Inga densiflora* Benth.



Fuente: según el *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF)²⁴.

Una vez realizadas las fichas de estudio se programaron reuniones con las familias con ayuda del equipo técnico de la FCN y los productores asociados a la Red ASOVIDAS para recolectar información sobre el conocimiento local de los servicios ecosistémicos que prestan estas especies a los lotes de café.

2.4.1 Sistematización *Shade Tree Advice Tool*

Para sistematizar los resultados se crearon bases de datos en hoja de cálculo que contaron con la siguiente información: Código, Nombre científico del árbol y el puntaje del servicio ecosistémico que se evaluó, posteriormente se guardaron en un formato CSV.

Después de realizar estas tablas se procedió a analizar la información en el paquete estadístico Bradley - Terry (BT) que funciona para la herramienta *Shade Tree Advice Tool*.

Link del paquete estadístico:

²⁴ GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Inga densiflora* Benth GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. In: GBIF Secretariat. Colombia. 2022.

<https://shadetreeadvice.shinyapps.io/BradleyTerryAnalysis/>

Una vez allí, damos clic en **Data**, luego en **Select the ranking file** damos clic en **Select** y esta nos lleva a los documentos del computador donde podemos seleccionar las tablas realizadas y automáticamente nos arroja una lista con las especies de árboles. Después de esto damos clic en **Results**, nuevamente clic en **Launch Bradley - Terry analysis** y este finalmente nos arroja una imagen que nos indica la especie mejor puntuada dependiendo el servicio ecosistémico analizado.

Para la interpretación de los datos se tuvo en cuenta el orden de las especies que arrojó el gráfico, las especies encontradas al inicio del gráfico, tienden hacia los valores positivos, estas fueron las seleccionadas con mayor frecuencia por las familias y de las cuales se tenía mayor información, a diferencia de las especies que tienden hacia los valores negativos, que fueron las menos seleccionadas por las familias y de las cuales se tiene menor información, posteriormente se interpretaron los datos y se destacaron las tres especies que mayor aportaron en cada servicio ecosistémico.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL Y LAS ESPECIES ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE CAFÉ

3.1.1 Componente forestal

Con base en la información suministrada por las familias y el trabajo de campo se identificó el componente forestal de las fincas cafeteras (Tabla 2).

El 80% de las familias productoras delimitaban sus fincas con cercas vivas y algunas de ellas contaron con árboles como el cascarillo (*Ladenbergia oblongifolia*), que por su altura y frondosidad aportaba sombra al cultivo de café; el 70% contaron con humedales, ya que en algunas de ellas había más de un nacimiento de agua, particularmente las que poseían bosque natural; el 66,6%, contaron con bosque natural y en un mismo porcentaje, guadua.

Tabla 2. Componente forestal de los productores.

Componente forestal	Bosque natural	Guadua	Cerca viva	Humedales (nacimientos de agua, quebradas o ríos)
No de familias	20	20	24	21
Porcentaje (%)	66.6%	66.6%	80%	70%

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.1 Bosque natural

En las tierras altas de los andes colombianos existen cerca de 7 millones de hectáreas de bosques sucesionales, según el estudio de Hurtado, *et al*²⁵, estos bosques tienen las mismas características que los encontrados en las fincas en investigación ya que prestan servicios ecosistémicos como acumulación de biomasa.

La mayoría de las familias obtenían del bosque natural alimentos como hongos y frutas como guamas, además contaban con estufas de leña, las cuales eran alimentadas gracias a la madera del bosque en sus fincas, lo anterior se puede

²⁵ Hurtado, Belén, *et al*. Bosques sucesionales en Colombia: una oportunidad para la recuperación de países transformados. En: Caldasia. Mayo-Agosto, 2021. 44(2):332-344.

evidenciar ya que los bosques contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional de muchas formas, los árboles proporcionan una variedad de alimentos saludables que incluyen frutas, verduras de hoja, nueces, semillas y aceites comestibles siendo estos, alimentos que abordan las brechas alimentarias y nutricionales, los bosques también son fuentes de una gama amplia de plantas y hongos comestibles, así como de carne de animales silvestres, peces e insectos según Jamnadass²⁶. Por lo anterior se resalta que los bosques generan sostenibilidad en las familias, “los árboles fuera del bosque y la ordenación sostenible de estos recursos son fundamentales para garantizar la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos ante el cambio climático y la inestabilidad económica”²⁷.

3.1.1.2 Guadua

Según Judziewicz, *et al*²⁸, en Colombia y Venezuela se ha utilizado ampliamente *Guadua angustifolia* para la estabilización del suelo, por reducir significativamente la escorrentía superficial y el impacto de fertilizantes nitrogenados, particularmente en corredores ribereños, lo que facilita la recuperación de tierras degradadas por la deforestación y prácticas agrícolas. En las fincas de estudio el 66,6% contaron con guadua cerca a fuentes de agua, las cuales eran conservadas por las familias por la variedad de usos que estas les proveían como por ejemplo construcción de cercas.

En algunas fincas donde la pendiente presentaba un relieve fuertemente inclinado, teniendo en cuenta la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, se observó la presencia de guadua puesto que esto ayudaba a evitar la escorrentía durante los periodos de lluvia, Zhou, *et al*²⁹, menciona que una de las características más valiosas de la guadua, para controlar la erosión, es su extenso y complejo sistema de raíces fibrosas conectado por un sistema de rizomas, el cual retiene el suelo y previene que sea arrastrado cuando hay fuertes corrientes de agua, una cierta cantidad de agua puede mantenerse en el suelo debajo de los bosques de bambúes, aunque esto varía dependiendo del tipo de especies presentes.

3.1.1.3 Cercas vivas

²⁶ JAMNADASS, R; *et al*. Understanding the roles of forests and tree-based systems in food provision. En: International Union of Forest Research Organizations (IUFRO). 2015. P. 25-49.

²⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Los bosques y los árboles fuera del bosque son esenciales para la seguridad alimentaria mundial y la nutrición: Resumen de la conferencia internacional sobre los bosques para la seguridad alimentaria y la nutrición. Roma. 2013, p. 3.

²⁸ JUDZIEWICZ, Emmet, *et al*. American bamboos, Citado por, CECCON, Eliane y GÓMEZ, Pilar. Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas. México. 2019, p. 681.

²⁹ ZHOU, Ben-zhi, *et al*. Ecological functions of bamboo forest: Research and Application. En: Journal of Forestry Research . China. 2005. P. 143 – 147

Según Morantes y Rengifo³⁰ la producción agrícola y ganadera ha generado deforestación en el mundo especialmente en la región tropical y en consecuencia más de la mitad de la superficie terrestre del planeta se utiliza para el establecimiento de sistemas productivos, en este contexto las cercas vivas pueden generar efectos positivos sobre el ambiente y proveer bienes y servicios ambientales.

Las cercas vivas encontradas estuvieron principalmente vinculadas a la delimitación de los lotes de café puesto que entre sus usos y beneficios se encontraron servir como barrera rompe vientos, evitar la erosión del suelo y suministrar aportes nutricionales.

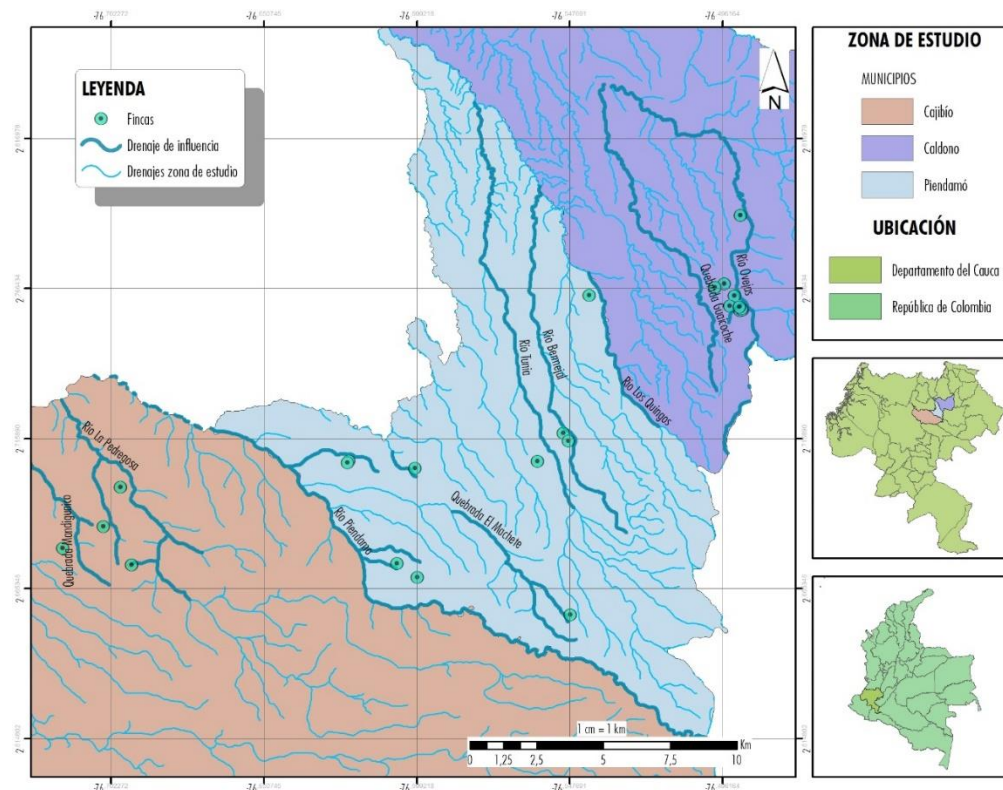
3.1.1.4 Humedales

Es importante destacar que un 70% de las familias conto con humedales en sus fincas, es allí en donde el papel de los árboles en SAF influyen en el ciclo del agua mediante el aumento de la interceptación del agua de lluvia, modificando la transpiración y retención de agua, reduciendo el escurrimiento y aumentando la infiltración en suelo produciendo agua de alta calidad como lo expone Casanova, *et al*³¹.

Figura 10. Humedales cercanos a las fincas de las familias.

³⁰ MORANTES, Javier y RENGIFO, Luis. Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. En: Revista de biología tropical. Bogotá. 2018. Vol. 66, No. 2.

³¹ CASANOVA-LUGO, Fernando, *et al*. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. En: Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. México. 2016. Vol. 22, No. 3.



Fuente: elaboración propia.

El mapa anterior muestra los drenajes de influencia cercanos a las fincas de las familias, los cuales utilizan para su propio beneficio, en ese sentido los sistemas agroforestales juegan un papel importante en la conservación de las redes de drenaje de los diferentes municipios puesto que mejoran el ciclo hidrológico a nivel de cuenca y en el aumento de la disponibilidad de agua en el futuro como lo menciona Espinoza³².

3.1.2 Composición y riqueza florística

En el inventario forestal realizado se encontraron sesenta especies pertenecientes a veinte nueve familias y cincuenta y un géneros. Las familias y géneros con mayor riqueza fueron FABACEAE con ocho géneros y doce especies y RUTACEAE con tres géneros y seis especies.

Figura 11. Evidencia del material botánico colectado para la corroboración por un experto.

³² ESPINOZA, Luis. Evaluación de servicios ambientales de sistemas agroforestales con café (*Coffea spp*) y cacao (*Theobroma cacao*) en tres fincas del municipio El Tuma - La Dalia, Matagalpa. En: AGRIS. Managua. 2017. P. 16.



Fuente: elaboración propia.

Las especies forestales y frutales encontradas en las fincas fueron las siguientes:

Tabla 3. Especies forestales y frutales registradas en el inventario forestal.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Aguacate común	<i>Persea americana</i> Mil
2	Aguacatillo	<i>Persea schiedeana</i> Nees
3	Anon	<i>Annona squamosa</i> L.
4	Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.
5	Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.
6	Canelo	<i>Cinnamomun triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.
7	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Sprague
8	Chachamate Gargantillo	– <i>Alchornea latifolia</i> Sw.
9	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i> O.F. Cook
10	Caimito	<i>Pouteria caimito</i> Radlk
11	Carbonero	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.
12	Carbonero rojo	<i>Calliandra trinervia</i> Benth.
13	Cascarillo	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson
14	Cedro rosado	<i>Cedrela odorata</i> L.
15	Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i> L.
16	Cucuta	<i>Licania tomentosa</i> Fritsch.
17	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i> Kuntze
18	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
19	Fresno	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth
20	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth
21	Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier.

22	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i> Benth.
23	Guamo mono	<i>Inga edulis</i> Mart.
24	Guamo churimbo	<i>Inga punctata</i> Willd.
25	Guanabano	<i>Annona muricata</i> L.
26	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.
27	Guayacán amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose
28	Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.
29	Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.
30	Jigua	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez.
31	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit
32	Limón mandarino	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.fil.
33	Limón pajarito	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.)
34	Mandarino	<i>Citrus reticulata</i> Blanco
35	Mandur o morochillo negro	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.
36	Mango	<i>Mangifera</i> sp
37	Mano de oso	<i>Oreopanax discolor</i> (Kunth) Decne. & Planch.
38	Mayo	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.) Naudin
39	Mortiño blanco	<i>Miconia notabilis</i> Triana
40	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i> , H & B.
41	Naranja	<i>Citrus</i> sp.
42	Níspero	<i>Eriobotrya japónica</i> (Thunb.) Lindl
43	Nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. Ex A.DC.
44	Ortiga	<i>Urtica</i> L.
45	Palma de chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth
46	Palma real	<i>Roystonea regia</i> O.F. Cook
47	Palo bobo	<i>Heliocarpus americanus</i> L.
48	Pomorroso	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston
49	Mataratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth
50	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
51	Sangre drago	<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.
52	San Martín – Acacia amarilla	<i>Acacia retinodes</i> Schltld.
53	Sauco	<i>Sambucus nigra</i> L.
54	Tache o Balsamo	<i>Myroxylon balsamum</i> Harms.
55	Tachuelo	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
56	Urupán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.
57	Uvo, Higuero	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.
58	Vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby
59	Yarumo	<i>Cecropia</i> sp.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio realizado se encontraron sesenta especies de árboles en treinta unidades de muestreo de 20x50 metros, ubicadas en los lotes de café, lo cual es un número bajo comparado con el estudio que se realizó en Matagalpa, Nicaragua por Carpenter³³, donde se encontraron ciento seis especies de árboles. Esto pudo deberse a que se utilizó una metodología diferente, ya que en ese estudio a los encuestados se les pidió que recordaran cuales eran las diferentes especies que ellos tenían en sus fincas y cuando no aportaban más información, se procedía a nombrar aquellas especies que no fueron mencionadas y de esta forma recordar si contaban con ellas o no en sus fincas. Otra posible razón puede ser que en los sistemas agroforestales cafeteros del Cauca se tienden a plantar árboles bajo la influencia de la federación nacional de cafeteros, estos sistemas suelen tener las siguientes características: Según Farfán “el estrato superior debe estar compuesto por árboles nativos, el tipo de árbol dominante que conforma la columna vertebral (*Inga* u otra), no debe ocupar más del 60% de todos los árboles de sombra, el 40% restante de los árboles de sombra debe estar compuesto, como mínimo, por diez especies diferentes y la columna vertebral debe estar constituida por especies nativas y de preferencia perennes”³⁴, por esta razón no se encontró gran cantidad de especies.

De las sesenta especies encontradas, tres de ellas se encuentran amenazadas, la especie *Cedrela odorata*, dentro de la categoría en peligro (EN), *Quercus humboldtii*, dentro de la categoría vulnerable (V) y *Myroxylon balsamum*, dentro de la categoría casi amenazada (NT) según el *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF)³⁵ y el libro de Cárdenas y Salinas³⁶.

El 63% de los productores manejaban el cultivar Castillo, el 33% el cultivar Colombia, el 27% la línea Supremo, el 13% el cultivar F6, el 10% la variedad Caturro y el 7% el cultivar Tabi y las variedades Catimor y San Pacho, todas especies de porte bajo a excepción del cultivar Tabi que es una especie de porte alto.

³³ CARPENTE, Anaïs. Optimizing shade tree species recommendation through the mobilization of local ecological knowledge. MSC. In Agricultural development. Matagalpa. University of Copenhagen. Department of food and resource economics (IFRO). 2020. 166 p.

³⁴ FARFÁN, Fernando. Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. Federación Nacional de Cafeteros del Colombia. 2012. P. 21.

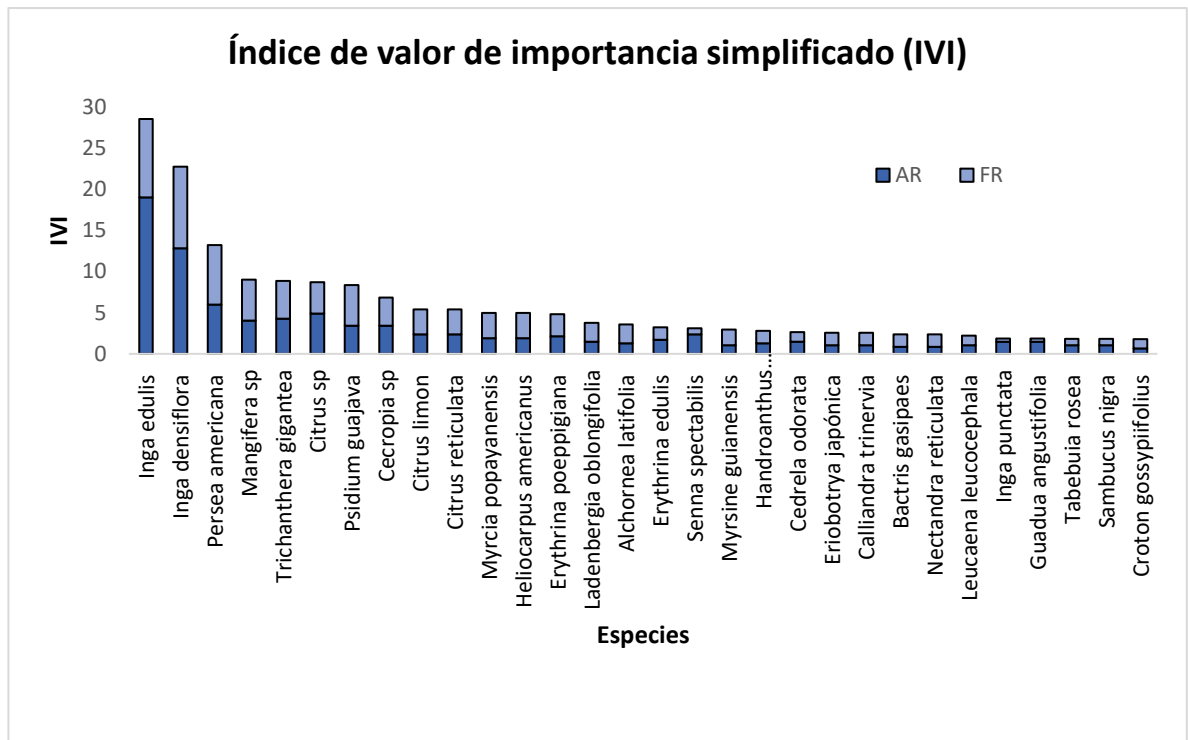
³⁵ GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Cedrela odorata* L. in GBIF Secretariat (2021). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2022-05-03.

³⁶ CARDENAS, Dairon y SALINAS, Nelson. Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas. Bogotá. 2007. Vol. 4.p. 37.

3.1.2.1 Grafico del índice de valor de importancia (IVI)

La grafica del IVI simplificado nos arrojó las treinta especies con mayor índice de valor de importancia encontrándose con mayor frecuencia (más de diez fincas) al guamo mono (*Inga edulis*), el guamo machete (*Inga densiflora*) y al aguacate (*Persea americana*) y con menor frecuencia (menos de diez fincas) el mango (*Mangifera sp.*), el nacedero (*Trichanthera gigantea*), el naranjo (*Citrus sp.*), el guayabo (*Psidium guajava*)...., con estas treinta especies posteriormente se realizaron las fichas de estudio (Figura 9).

Figura 12. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI).



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el listado de las treinta especies con mayor índice de valor de importancia obtenidas en la investigación.

- **Especies forestales y frutales**

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Guamo Mono | 16. Chachafruto |
| 2. Guamo Machete | 17. Vainillo |
| 3. Aguacate Común | 18. Cucharo |
| 4. Mango | 19. Guayacán Amarillo |
| 5. Nacedero | 20. Cedro Rosado |
| 6. Naranjo | 21. Carbonero Rojo |
| 7. Guayabo | 22. Níspero |

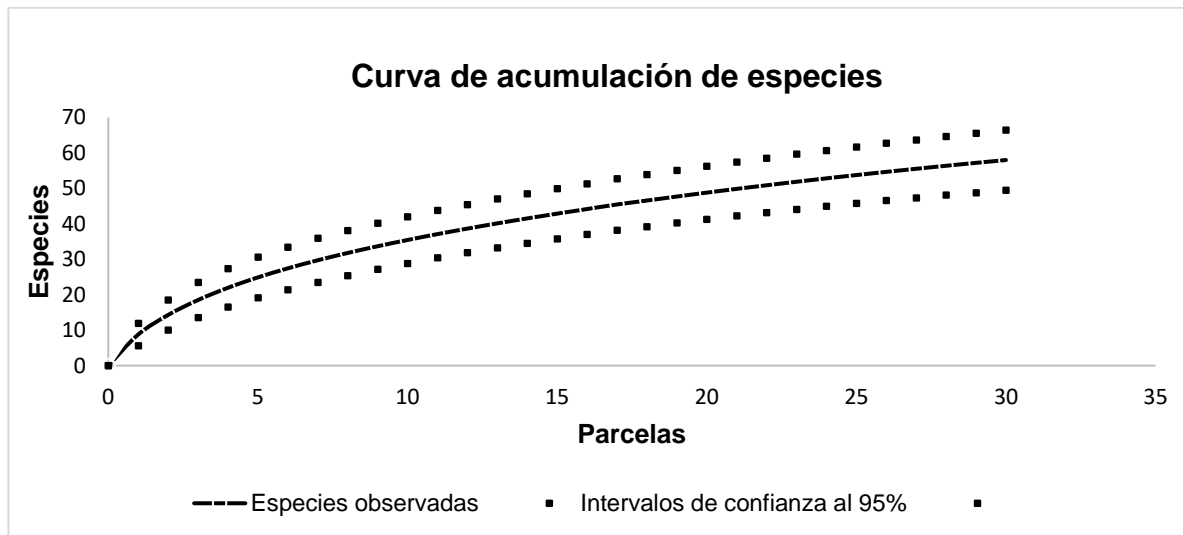
- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 8. Yarumo | 23. Palma de Chontaduro |
| 9. Limón Mandarino | 24. Jigua |
| 10. Mandarino | 25. Leucaena |
| 11. Arrayán | 26. Guamo churimbo |
| 12. Palo Bobo | 27. Guadua |
| 13. Cachimbo | 28. Guayacán rosado |
| 14. Cascarillo | 29. Sauco |
| 15. Gargantillo o Chachamate | 30. Sangre de drago |

Las especies anteriormente mencionadas servirán como referencia para promover la selección de especies de importancia para la región cafetera del Cauca ya que según la Federación Nacional de Cafeteros³⁷, en el departamento se está desarrollando una nueva estrategia que busca obtener el 80% del café caucano cultivado bajo sistemas agroforestales para el año 2027.

3.1.2.2 Curva de acumulación de especies

La curva realizada demostró que el número de especies no se ha estabilizado, esto quiere decir que es necesario ampliar el número de parcelas para determinar el número de especies en los lotes de café en la región. Es necesario ampliar el muestreo a otras regiones del departamento, como oriente, el macizo o el sur, para tener más información y comparar entre regiones.

Figura 13. Curva de acumulación de especies.



Fuente: elaboración propia.

³⁷ COMITÉ DE CAFETEROS DEL CAUCA. Cafeteros, defensores del medio ambiente. En: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Popayán. 2022.

3.1.3 Número de individuos y especies en las fincas cafeteras

En promedio por hectárea se encontraron ciento cincuenta y tres individuos y nueve especies de árboles lo cual no es recomendable según Farfán³⁸, puesto que al establecer sistemas agroforestales en cultivos al triangulo o al cuadrado se recomienda una densidad de siembra de ochenta o setenta árboles por hectárea respectivamente, y no sembrar más de cuatro especies de árboles bajo estos sistemas, debido a que si se siembran más individuos se necesitaría de un manejo especial para regular la sombra lo cual generaría más costos de producción, además podría verse afectado el lote de café.

Tabla 4. Número de individuos y especies encontradas en el área de muestreo (0,1 ha = 1000m²).

Código	Municipio y vereda	Área de café en las fincas (Ha)	Número de individuos		Especies
			Área de muestreo	Área de café en las fincas	
F01	Cajibío - Michinchal	0,98	10	98,00	6
F02	Cajibío - San José	0,45	44	198,00	11
F03	Cajibío - El Salero	0,35	16	56,00	9
F04	Cajibío - El Salero	0,51	7	35,70	7
F05	Cajibío - El Salero	0,73	18	132,30	7
F06	Cajibío - El Dorado	0,25	23	57,50	12
F07	Cajibío - El Dorado	0,31	23	71,30	11
F08	Cajibío - El Diamante	0,35	20	70,00	8
F09	Cajibío - Michinchal	0,42	20	84,00	5
F10	Cajibío - San José	0,27	15	40,50	9
F11	Piendamó - La Florida	0,24	17	40,80	17
F12	Piendamó - Octavio	0,51	15	76,50	15

³⁸ FARFÁN, Fernando. Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. En: Repositorio digital del Centro Nacional de Investigaciones de café. Manizales. 2012. P. 26.

F13	Piendamó -	0,20	11	22,70	7
F14	Valparaíso Piendamó -Loma corta	1,00	13	130,00	5
F15	Piendamó -El Arrayán	0,40	6	24,00	5
F16	Piendamó -El Arrayán	0,58	12	70,50	12
F17	Piendamó - Once de noviembre	0,10	13	13,00	2
F18	Piendamó - Once de noviembre	0,19	6	11,40	5
F19	Piendamó - Betania	0,25	13	32,50	6
F20	Piendamó -Loma corta	0,50	19	95,00	2
F21	Caldono - El Guaico Alizal	0,23	6	13,80	4
F22	Caldono - Guaico el descanso	0,58	10	58,00	9
F23	Caldono - El Guaico Alizal	0,26	10	26,00	10
F24	Caldono - El Guaico Alizal	0,58	15	87,00	12
F25	Caldono - Guaico el crucero	0,11	21	23,10	16
F26	Caldono - El Guaico Alizal	0,21	12	25,20	9
F27	Caldono - El Guaico Alizal	0,50	14	70,00	11
F28	Caldono - El Guaico Alizal	0,68	5	34,00	5

F29	Caldono - El Guaico Alizal	0,29	24	69,60	18
F30	Caldono - La venta	0,29	21	60,90	13
Promedio		0,41	15,3	60,90	9
Individuos/ha			153		

Fuente: elaboración propia.

3.2 CUALIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS POR PARTE DE LAS FAMILIAS

Teniendo en cuenta el valor que le asignaban los entrevistados a cada servicio ecosistémico se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5. Análisis estadístico de los servicios ecosistémicos.

No.	Servicio ecosistémico	Promedio
1	Biodiversidad	4,57
2	Fertilidad del suelo	4,57
3	Regulación climática	4,53
4	Protección contra el viento	4,47
5	Protección contra el granizo	4,47
6	Esperanza de vida del café	4,13
7	Producción de café	3,47
8	Producción de fruta	3,43
9	Control de plagas y enfermedades	3,20
10	Control de maleza	2,63
11	Medicinal	1,70
12	Competencia por luz	1,27
13	Espacio de enraizamiento	0,40
14	Producción de madera	0,50
15	Control de erosión del suelo	0,97
16	Repulsión de fauna que afecta el cultivo	0,40
17	Facilidad para trabajar en el lote	0,87

Fuente: elaboración propia.

Los servicios ecosistémicos que obtuvieron mayor promedio fueron los seleccionados para la realización de las fichas de estudio, ya que fueron aquellos que tenían mayor representatividad en los lotes y con los que las familias se sintieron mayormente identificados. Los servicios ecosistémicos fueron los siguientes:

Tabla 6. Servicios ecosistémicos utilizados para la investigación y su clasificación.

Código	Servicio ecosistémico	Clasificación según la FAO
A	Biodiversidad	Servicio de soporte
B	Protección contra el viento	Servicio de regulación
C	Protección contra el granizo	Servicio de regulación
D	Regulación climática	Servicio de regulación
E	Mejora en la fertilidad del suelo	Servicio de regulación
F	Esperanza de vida del café	Servicio de regulación
G	Producción de fruta	Servicio de abastecimiento
H	Control biológico de plagas y enfermedades	Servicio de regulación
I	Producción de café	Servicio de abastecimiento
J	Control de maleza	Servicio de regulación

Fuente: elaboración propia.

3.3 CUALIFICACIÓN DE LA COMUNIDAD EN CUANTO AL CONOCIMIENTO LOCAL.

Las fichas de estudio (Figura 8 y Figura 9) fueron elaboradas con las treinta especies con mayor IVI y los servicios ecosistémicos mayor puntuados, a continuación, se muestra la recolección del conocimiento local.

Figura 14. Obtención del conocimiento local por parte de las familias.



Fuente: elaboración propia.

La información brindada por parte de las familias fue escrita en hojas de papel y posteriormente sistematizada para su análisis.

3.3.1 Sistematización *Shade Tree Advice Tool*

Una vez creada la base de datos (Figura 15) se procedió a analizar cada servicio ecosistémico por separado, para obtener así las especies que más aportaron beneficios al cultivo de acuerdo al conocimiento local, por lo tanto, las especies que en la gráfica (Figura 16) aparecen en los primeros lugares son aquellas que las familias consideran de mayor importancia para los cultivos de café.

Tabla 7. Ejemplo de la base de datos del servicio ecosistémico Biodiversidad.

Código	Nombre científico	Biodiversidad
HH01	<i>I. densiflora</i>	1
HH01	<i>P. americana</i>	5
HH01	<i>Mangifera sp</i>	4
HH01	<i>Citrus sp.</i>	2
HH01	<i>Cecropia sp.</i>	6
HH01	<i>C. limon</i>	8
HH01	<i>C. reticulata</i>	9
HH01	<i>S. spectabilis</i>	3
HH01	<i>B. gasipaes</i>	7
HH01	<i>N. reticulata</i>	10
HH02	<i>I. densiflora</i>	10
HH02	<i>P. americana</i>	1

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 Caracterización de los servicios ecosistémicos con base en la herramienta *Shade Tree Advice Tool*

Diecinueve de las treinta especies seleccionadas por las familias fueron nativas, según Cruz y Torres³⁹, los campesinos a lo largo del tiempo han experimentado el conocimiento empírico tradicional, obtenido a partir de su cosmovisión y la observación de los componentes de su medio, para equilibrar la producción y la conservación de los recursos naturales; en sus sistemas agrícolas tradicionales, particularmente el agroecosistema cafetalero, se caracteriza por tener una aplicación de conocimiento que se ha transmitido de generación en generación por lo anterior las familias deciden trabajar con especies nativas ya que son especies con las que se han relacionado toda su vida.

En los sistemas agroforestales cafeteros de Kodagu (sur de India), se realizó un estudio el cual mostró que los árboles nativos en sistemas agroforestales cafeteros brindaban múltiples beneficios en comparación con los árboles exóticos, con hasta

³⁹ CRUZ, Sergio y TORRES, Guillermo. El conocimiento campesino del agroecosistema cafetalero en la sierra sur de Oaxaca. En: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México. 2015. Vol. 2. P. 147-154.

cuatro usos diferentes documentados para la misma especie, mientras que, para las especies exóticas, dos o tres usos como máximo según Dhanya, *et al*⁴⁰.

Los servicios ecosistémicos evaluados se presentan a continuación en la tabla resumen (Tabla 7), la cual dio como resultado que las especies guamo machete (*Inga densiflora*) y guamo mono (*Inga edulis*) son las que más servicios ecosistémicos prestan a los cultivos de café, presentándose en nueve de los diez servicios ecosistémicos evaluados.

Tabla 8. Resumen de las principales especies forestales asociadas a cada servicio ecosistémico.

Servicios ecosistémicos	Nombre común	Nombre científico
Biodiversidad	Guayabo	<i>Pisidium guajava</i>
	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>
	Mango	<i>Mangifera sp</i>
Protección contra el viento	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Carbonero	<i>Calliandra pittieri</i>
	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
Protección contra el granizo	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Jigua	<i>Nectandra reticulata</i>
	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
Regulación climática	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
	Cascarillo	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
Fertilidad del suelo	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Guayacán rosado	<i>Tabebuia rosea</i>
Esperanza de vida del café	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
	Aguacate común	<i>Persea americana</i>
Producción de fruta	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Guayabo	<i>Psidium guajava</i>
	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
Control de plagas y enfermedades	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Naranja	<i>Citrus sp</i>
Producción de café	Guamo mono	<i>Inga edulis</i>
	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>
	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>

⁴⁰ DHANYA, B., *et al.* Ecosystem services of native trees: experiences from two traditional agroforestry systems, Citado por VILLALBA, Juan. Manual para la producción de semillas y propagación de especies forestales con potencial alimentario y no alimentario en la región cafetera del norte de Los Andes. Popayán, 2022, p. 10.

Control de maleza	Guamo machete	Inga densiflora
	Guamo mono	Inga edulis
	Carbonero	<i>Calliandra pittieri</i>

Fuente: elaboración propia.

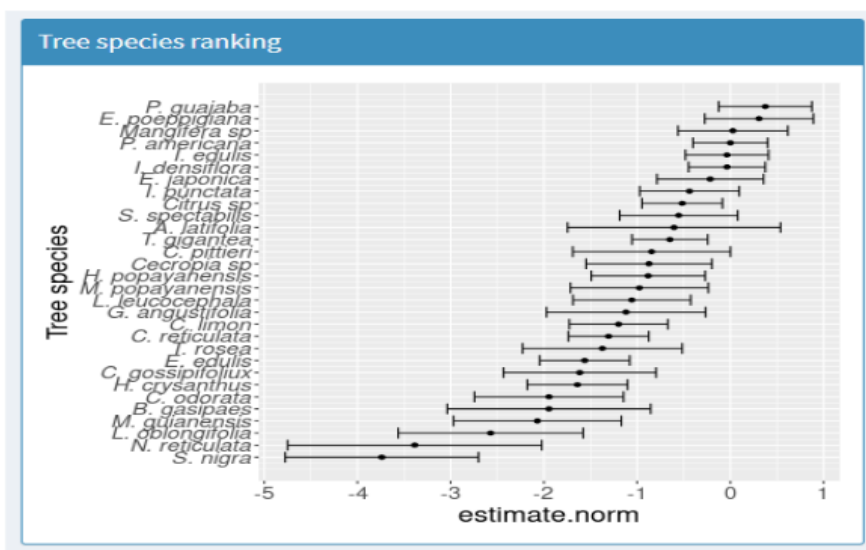
3.3.2.1 Biodiversidad

El primer servicio ecosistémico es el aumento de la biodiversidad.

Durante las entrevistas, los productores mencionaron que el aumento de especies forestales favorece a la fauna que convive en sus territorios, especialmente aves y roedores. Las especies nativas se convierten en un factor ideal para proveer de refugio y alimento a la fauna silvestre como lo dice Coral⁴¹.

Para este servicio, *Psidium guajava* se clasificó significativamente como la más beneficiosa comparada con las demás especies arbóreas.

Figura 15. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Biodiversidad.



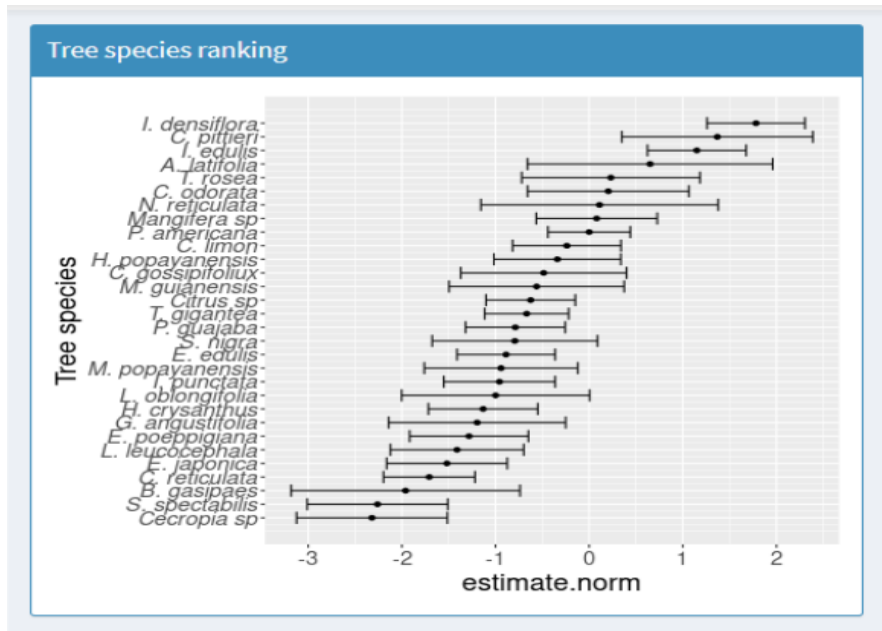
3.3.2.2 Protección contra el viento

Las especies *Inga densiflora* y *Calliandra pittieri* que ocuparon los primeros lugares se caracterizan por tener un sistema radicular bien desarrollado, *Inga densiflora* tienen buen soporte y pueden establecerse como cortina rompe viento según Arcila, et al⁴².

⁴¹ CORAL MORA, Erika Marisol. Acompañamiento en la inclusión del componente forestal a las actividades asociadas a la soberanía alimentaria en el municipio de Caldoño – Cauca. En: Repositorio Universidad del Cauca. Popayán. 2019. P.62.

⁴² ARCILA, Jaime, et al. Sistemas de producción de café en Colombia. En: FCN - Cenicafé. Chinchiná, Caldas. 2007. P. 194.

Figura 16. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Protección contra el viento.

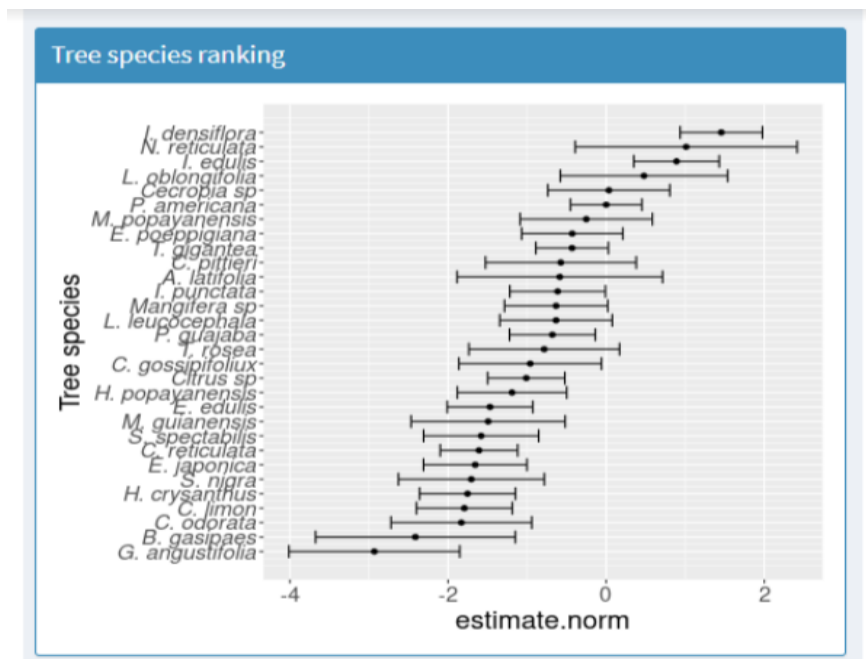


3.3.2.3 Protección contra el granizo

En este servicio también ocupó los primeros lugares *Inga densiflora* que es una especie ideal para proteger los cultivos ya que tiende a disminuir la energía cinética de las gotas (tamaño y velocidad), debido posiblemente a su tipo de copa que intercepta más la lluvia y la distribuye a lo largo de las ramas y del tronco según Villareyna⁴³, seguida de esta especie encabezó la lista *Nectandra reticulata* e *Inga edulis*.

Figura 17. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Protección contra el granizo.

⁴³ VILLARREYNA ACUÑA, Rogelio. Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño. En: CATIE. Turrialba. 2016. P.16.

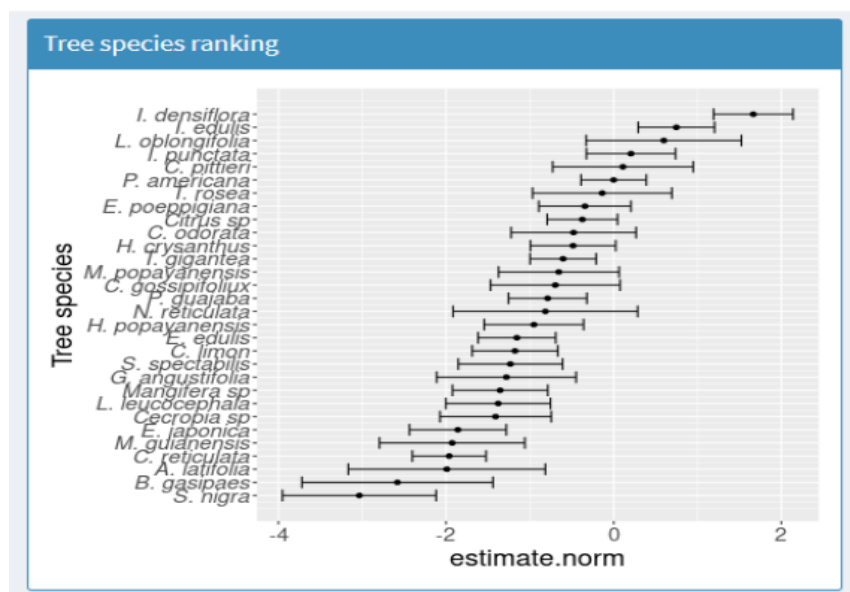


3.3.2.4 Regulación climática

Según Farfán⁴⁴, los árboles ayudan a la moderación del microclima dentro de cultivo, regulando las temperaturas, la sombra, viento y generando menor evapotranspiración. En este servicio las especies que encabezan los primeros lugares son: *Inga densiflora* e *Inga edulis*.

Figura 18. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Regulación climática.

⁴⁴ FARFÁN, Fernando. Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. En: Repositorio digital del Centro Nacional de Investigaciones de café. Manizales. 2012. P. 78.



3.3.2.5 Fertilidad del suelo

Para los productores la fertilidad del suelo se asocia con suelos de gran rendimiento y longevidad de los cultivos, en un estudio realizado en Laos se encontró que el factor suelo es el que más influye en la composición de los sistemas y se ve la aparición de dos sistemas, el suelo “fértil” y el suelo “menos fértil”, en el suelo fértil se encontró una menor diversidad de especies encontrando solo leguminosas y en los suelos menos fértiles se encontró una mayor diversidad y muchas especies naturales según lo mencionado por Lépine⁴⁵. Este servicio ecosistémico potencializa los sistemas agroforestales puesto que las especies asociadas al café aportan materia orgánica, mantiene la estructura y fertilidad del suelo y reducen la acides según Farfán⁴⁶.

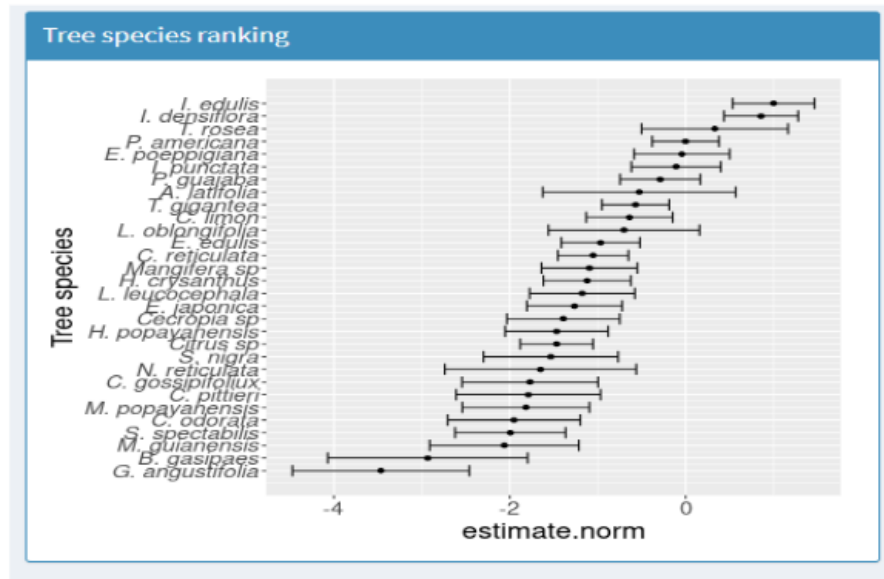
Dentro de este servicio encabezó la lista *Inga edulis* seguida de *Inga densiflora*, esta última establecida como sombrío de café a 6x6 metros aporta cerca de seis toneladas por hectárea de materia seca al año según Arcila, et al⁴⁷.

Figura 19. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Fertilidad del suelo.

⁴⁵ LÉPINE, Mathilde. Connaissances locales des services écosystémiques dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers au Laos. En: ISTOM. Francia. 2018. P.3

⁴⁶ FARFÁN, Fernando. Arboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. En: Repositorio digital del Centro Nacional de Investigaciones de café. Manizales. 2012. P. 78.

⁴⁷ ARCILA, Jaime, et al. Sistemas de producción de café en Colombia. En: FCN - Cenicafé. Chinchiná, Caldas. 2007. P. 194.

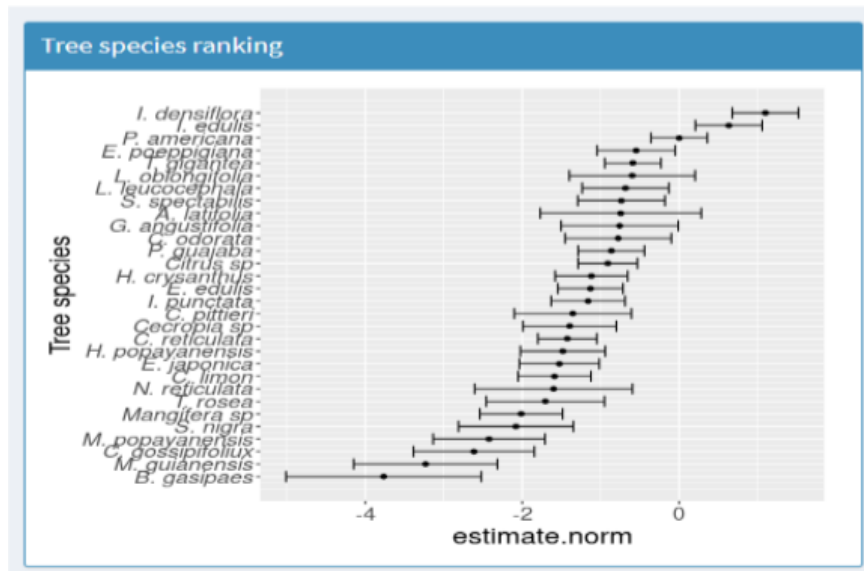


3.3.2.6 Esperanza de vida del café

En este servicio se destacaron las especies que ayudan a que los cultivos produzcan café durante largos periodos, encabezado en primer lugar nuevamente *Inga densiflora* e *Inga edulis*. Esto se da gracias a que las especies mencionadas aportan 115,8 kg y 199,0kg de nitrógeno y 9,0 kg y 27,3kg de magnesio por hectárea al año respectivamente, lo cual brinda una correcta nutrición a la planta. La sombra que ofrecen estos árboles al café ayuda a que las variaciones climáticas en el lote de café no sean frecuentes, y a que el viento no golpee con fuerza al árbol de café, evitando así el debilitamiento de la raíz y la curvatura de este, por tanto, asegura una prolongación de vida al árbol de café según lo mencionado por Arcila, *et al*⁴⁸.

Figura 20. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Esperanza de vida del café.

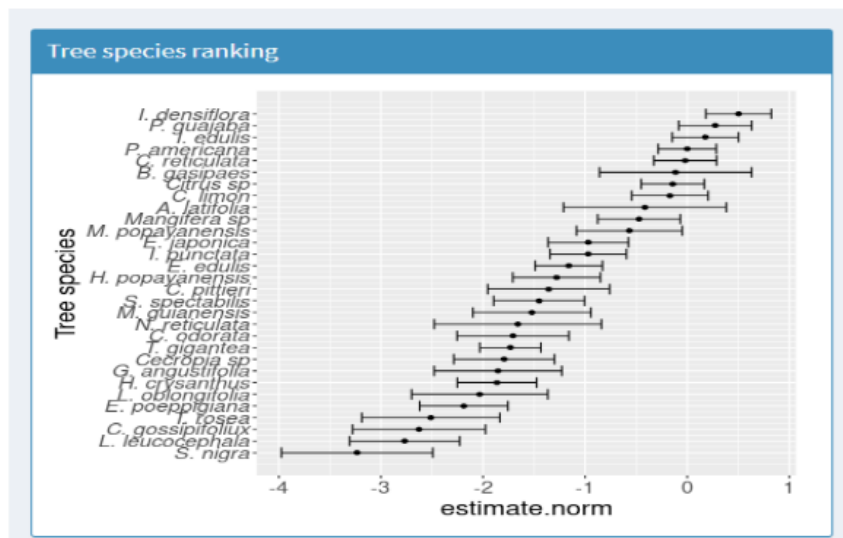
⁴⁸ ARCILA, Jaime, *et al*. Sistemas de producción de café en Colombia. En: FCN - Cenicafé. Chinchiná, Caldas. 2007. P. 35.



3.3.2.7 Producción de fruta

Inga densiflora, *Psidium guajava* e *Inga edulis* fueron las especies que mayor producción de fruta generan a las familias, para ellas es sostenible poseer estos árboles frutales ya que ayudan a la alimentación en sus hogares lo que ha llevado a una alta proporción de árboles frutales entre las especies más abundantes como lo evidencia Graefe, *et al*⁴⁹, en Ghana, África.

Figura 21. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Producción de fruta.

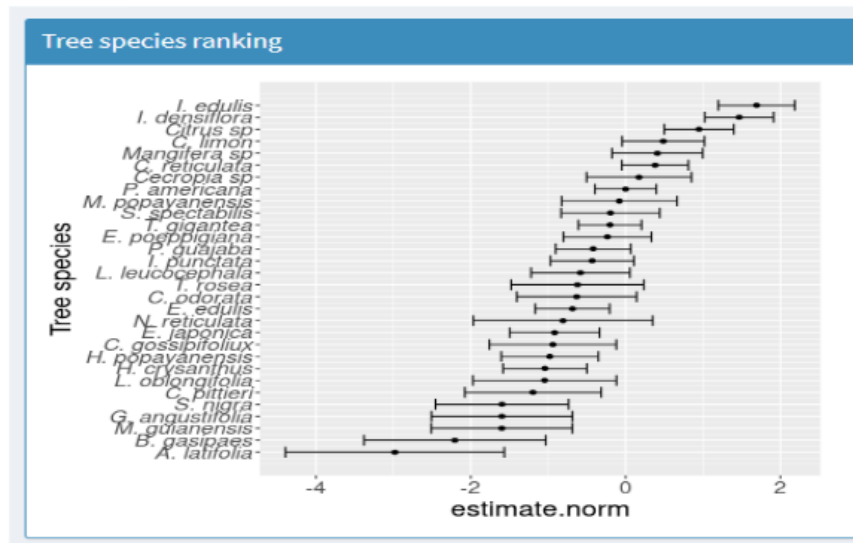


⁴⁹ GRAEFE, Sophie, *et al*. Evaluating Farmers' Knowledge of Shade Trees in Different Cocoa Agro-Ecological Zones in Ghana. En: *Human Ecology*. New York. 2017. Vol. 45, No. 3. P. 321-332.

3.3.2.8 Control de plagas y enfermedades

Inga edulis, *Inga densiflora* y *Citrus sp.* ayudaron a que los cultivos de café estén libres de plagas y enfermedades ya que se evidenció que la diversidad y abundancia de hormigas juega un papel fundamental en la presencia de otros insectos en los cafetales, pues éstas establecen diversas asociaciones que pueden ser benéficas para el control biológico según Mera⁵⁰.

Figura 22. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Control de plagas y enfermedades.



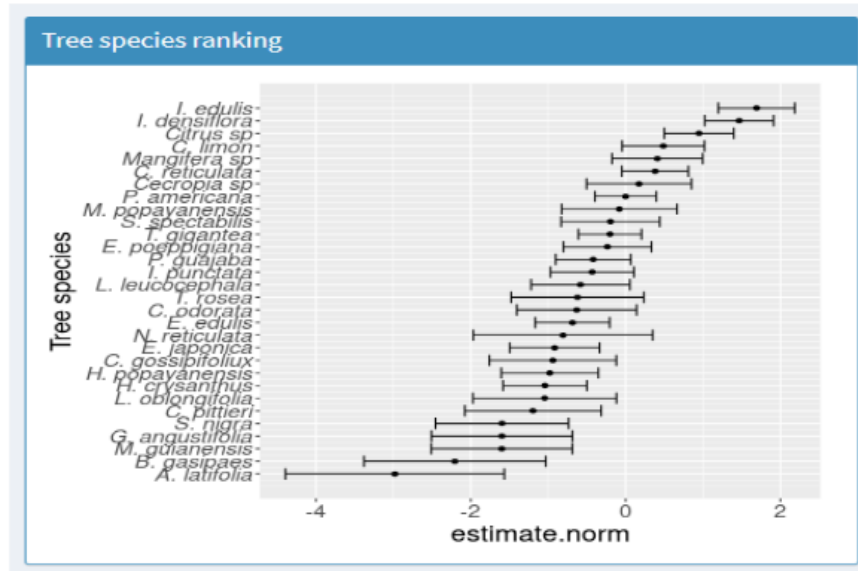
3.3.2.9 Producción de café

Las especies que proveen beneficios a este servicio fueron *Inga edulis* e *Inga densiflora* principalmente, especies que anteriormente se destacan por aportar una gran variedad de beneficios al café. La regulación de la sombra es importante para mantener los porcentajes de cobertura dentro de un rango óptimo ya que según Villareyna, *et al*⁵¹, cuando se tiene una cobertura del 30% al 45% el porcentaje de frutos por planta aumenta; un desarrollo del grano bajo sombra favorece a que sean más uniformes los granos y con mayor tamaño; también se encontró que permite obtener frutos más sanos y libre de daños por quemaduras.

⁵⁰MERA VELASCO, Yamid Arley; GALLEGO ROPERO, María Cristina y ARMBRECHT, Inge. Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra, Cauca-Colombia. En: Revista Colombiana de Entomología. Bogotá. 2010. Vol. 36, No. 1. P. 1.

⁵¹IICA, editor. Curso regional sobre nutrición mineral del café. Citado por VILLAREYNA, Rogelio, *et al.* Adaptación basada en ecosistemas: efecto de los árboles de sombra sobre servicios ecosistémicos en cafetales. Costa Rica, 2019. P. 499-516.

Figura 23. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Producción de café.

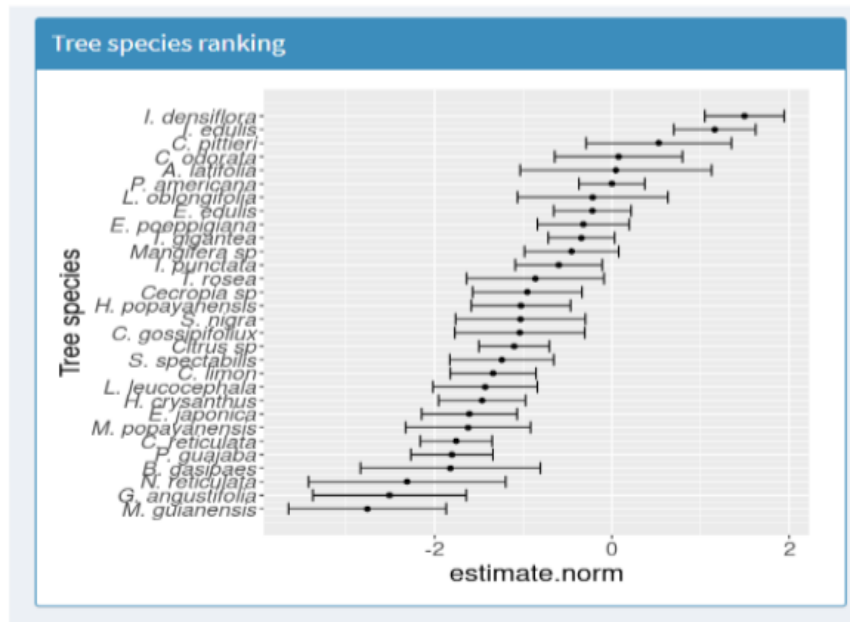


3.3.2.10 Control de maleza

Inga densiflora e *Inga edulis* encabezaron los primeros lugares, esto es debido a su hojarasca que produce abundante materia orgánica lo que contribuye al control de harvenses según lo mencionado por Arcila, *et al*⁵².

Figura 24. Análisis en el programa *Bradley Terry* del servicio ecosistémico Control de maleza.

⁵² ARCILA, Jaime, *et al*. Sistemas de producción de café en Colombia. En: FCN - Cenicafé. Chinchiná, Caldas. 2007. P. 193.



Es importante resaltar que este es el primer reporte realizado por la Universidad del Cauca, la FCN y la Red ASOVIDAS para Colombia, lo cual ampliara la base de datos de la herramienta STAT.

CONCLUSIONES

A partir del conocimiento local de las familias caficultoras de la red ASOVIDAS fue posible identificar los servicios ecosistémicos que prestan los árboles asociados al cultivo del café en los municipios de Piendamó, Cajibío y Caldonó.

El componente forestal asociado a ASOVIDAS comprende bosque natural, guadua, cercas vivas y humedales, este último siendo uno de los más importantes puesto que el 70% de las familias contaban con ríos, quebradas o nacimientos de agua en sus fincas.

Los servicios ecosistémicos que prestan las especies forestales a los sistemas agroforestales generan beneficios tales como fertilidad del suelo, regulación climática y protección contra el viento y el granizo de acuerdo al conocimiento local encontrado.

La información generada permitirá fortalecer la base de datos de la herramienta *Shade Tree Advice Tool* para facilitar a los usuarios encontrar datos acerca de los árboles de sombra que se encuentran en fincas cafeteras del departamento del Cauca.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una caracterización florística de los bosques naturales presentes en las fincas e inventarios en los guaduales para definir estrategias de manejo sustentable y conservación de especies amenazadas.

Ampliar las áreas de muestreo con la misma metodología para obtener mayor información y representatividad y con ello robustecer la base de la información para la región cafetera del departamento del Cauca y Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

ARCILA, Jaime; FARFÁN, Fernando; MORENO, Argemiro; SALAZAR, Luis e HINCAPIÉ, Edgar. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Caldas. 2007, 309 p.

CÁRDENAS, Dairon y SALINAS, Nelson. Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas. Bogotá. Primera parte, 2007. Vol. 4. 232 p.

CARPENTE, Anaïs. Optimizing shade tree species recommendation through the mobilization of local ecological knowledge. MSC. In Agricultural development. Matagalpa. University of Copenhagen. Department of food and resource economics (IFRO). 2020. 167 p. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02613885/document>.

CASANOVA-LUGO, Fernando; RAMÍREZ, Luis; PARSONS, David; CAAMAL, Arturo; PIÑEIRO, Angel y DÍAZ, Víctor. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. En: Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente [en línea], vol. 22, No. 3. Septiembre – Diciembre, 2016. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182016000300269&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Disponible en: Scielo. 30 de Abril de 2022.

COMITÉ DE CAFETEROS DEL CAUCA. Cafeteros, defensores del medio ambiente. En: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Popayán. 2022.

CORAL MORA, Erika Marisol. Acompañamiento en la inclusión del componente forestal a las actividades asociadas a la soberanía alimentaria en el municipio de Caldono – Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. 2019. 67 p.

CRUZ, Sergio y TORRES, Guillermo. El conocimiento campesino del agroecosistema cafetalero en la sierra sur de Oaxaca. En: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea]. Volumen, 4. Octubre, 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263141553018.pdf>. Disponible en: Redalyc. 13 de Mayo de 2022.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. [En línea]. Colombia. 2018.

DETLEFSEN, Guillermo y SOMARRIBA, Eduardo. Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. En: Informe técnico Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales [en línea].

2015. Disponible en: <http://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-agroforestales-funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf>.

DÍAZ, Sandra; DEMISSEW, Sebsebe; CARABIAS, Julia; JOLY, Carlos; LONSDALE, Mark; ASH, Neville; LARIGAUDERIE, Anne; ADHIKARI, Jay Ram; ARICO, Salvatore; et al. The IPBES Conceptual Framework – connecting nature and people. En: ScienceDirect [en línea], vol. 14. Junio, 2015. URL. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187734351400116X?via%3Dihub>. 28 de Mayo de 2022.

ESCUELA NACIONAL DE GEOGRAFÍA (ESGEO). Geografía de Colombia, Departamentos de Colombia. En: SOGEOCOL. Colombia. 2011.

ESPINOZA, Luis. Evaluación de servicios ambientales de sistemas agroforestales con café (*Coffea spp*) y cacao (*Theobroma cacao*) en tres fincas del municipio El Tuma - La Dalia, Matagalpa. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Managua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente 2017. 44 p.

FARFÁN, Fernando. Arboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café. En: Repositorio digital del Centro Nacional de Investigaciones de café. Manizales. 2012. P. 87.

COMITÉ DE CAFETEROS DEL CAUCA. Cafeteros, defensores del medio ambiente. En: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Popayán. 2022.

GRAEFE, Sophie; MEYER, Lennart; CHAUVETTE, Katja; ABDULAI, Issaka; JASSOGNE, Laurence; VASST, Philippe y ASARE, Richard. Evaluating Farmers' Knowledge of Shade Trees in Different Cocoa Agro-Ecological Zones in Ghana. En: Human Ecology [en línea], vol. 45, No 3. March, 2017. <https://www.jstor.org/stable/44329681>. Disponible en: JSTOR. 29 de Abril de 2022.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Cedrela odorata* L GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. In: GBIF [En línea]. 2021. <https://www.gbif.org/species/3190511>. Disponible en: GBIF. 03 de Mayo de 2022.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF). *Inga densiflora* Benth GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. In: GBIF [En línea]. 2022. <https://www.gbif.org/occurrence/3355002824>. Disponible en: GBIF. 11 de Mayo de 2022.

GOBERNACIÓN DEL CAUCA. Perfil departamental del Cauca. En: Gobernación del Cauca. Popayán. 2020. p. 11.

HURTADO, Belén; MUÑOZ, Juan; ECHEVERRY, María y NORDEN, Natalia. Bosques sucesionales en Colombia: una oportunidad para la recuperación de países transformados. En: *Caldasia*. Bogotá. 2021. 44(2):332-344

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). CAUCA. En: IDEAM. Colombia. 2022

JAMNADASS, Ramni; MCMULLIN, Stepha; IYAMA, Miyuki; DAWSON, Ian K; POWELL, Bronwen; TERMOTE, Celine; ICKOWITZ, Amy; KEHLENBECK, Katja; VINCETI, Barbara; VLIET, Nathalie; KEDING, Gudrun; STADLMAYR, Barbara; DAMME, Patrick; CARSAN, Sammy; SUNDERLAND, Terry; NJENGA, Mary; GYAU, Amos; CERUTTI, Paolo; SCHURE, Jolien; KOUAME Christophe; OBIRI Beatrice Darko; OFORI, Daniel; AGARWAL, Bina; NEUFELDT, Henry; DEGRANDE, Ann and SERBAN, Anca. Understanding the roles of forests and tree-based systems in food provision. En: International Union of Forest Research Organizations (IUFRO). 2015, P. 25-49.

JUDZIEWICZ, Emmet; CLARK, Lynn; LONDOÑO, Ximena y STERN, Margaret. American bamboos, Citado por, CECCON, Eliane y GÓMEZ, Pilar. Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas. México. 2019, p. 681.

LÉPINE, Mathilde. Connaissances locales des services écosystémiques dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers au Laos. En: ISTOM Ecole Supérieure d'Agro-développement International. 2018. 119 p.

MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, nombre del editor, 2003. 222 p.

MERA VELASCO, Yamid Arley; GALLEGO ROPERO, María Cristina y ARMBRECHT, Inge. Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra, Cauca-Colombia. En: *Revista Colombiana de Entomología* [en línea], vol. 36, No 1. Enero - Junio, 2010. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882010000100020. Disponible en: SCIELO. 29 de Abril de 2022.

MORANTES, Javier y RENJIFO, Luis. Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. En: *Revista de biología tropical* [en línea]. Vol. 66, No. 2. Junio, 2018. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000200739. Disponible en: Scielo. 30 de Abril de 2022.

NGUYEN, Mai; VAAST, Philippe; PAGELLA, Tim y SINCLAIR, Fergus. Local Knowledge about Ecosystem Services Provided by Trees in Coffee Agroforestry Practices in Northwest. En: *Land* 9 [en línea]. No.12. December, 2020.

<https://www.mdpi.com/2073-445X/9/12/486#cite>. Disponible en: MDPI. 30 de Abril del 2022.

NIETO, Margarita; CARDONA, Luisa Fernanda y AGUDELO, Catherine. Servicios ecosistémicos. Provisión y regulación hídrica en los páramos. En: Hojas de ruta. Guías para el estudio socioecológico de la alta montaña en Colombia. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015. p.7-93

OFICINA NACIONAL FORESTAL. Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. En: Oficina Nacional Forestal [en línea]. 2013. https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf. Disponible en Biopasos. 28 de Abril de 2022.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Los bosques y los árboles fuera del bosque son esenciales para la seguridad alimentaria mundial y la nutrición: Resumen de la conferencia internacional sobre los bosques para la seguridad alimentaria y la nutrición. [en línea]. Roma. 2013.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. [en línea]. 2022.

TOLEDO, Víctor y BARRERA-BASSOLS, Narciso. La memoria biocultural Importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. En: Reseña [en línea]. Octubre, 2009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64414998013.pdf>.

VILLALBA, Juan y LASSO, Arnold. Guía para la caracterización del componente forestal en sistemas cafeteros. En: Centro de Investigación, Innovación y Promoción para el Desarrollo de la Caficultura Caucana – CICAFUCULTURA-. Popayán. 2020, 41 p.

VILLALBA, Juan. Árboles y semillas para la región cafetera del norte de Los Andes. Popayán: Universidad del Cauca, 2022, p. 248.

VILLAREYNA, Rogelio; AVELINO, Jacques y CERDA, Rolando. Adaptación basada en ecosistemas: efecto de los árboles de sombra sobre servicios ecosistémicos en cafetales. En: CATIE [en línea]. Vol. 31, No. 2. Diciembre, 2019. <https://www.redalyc.org/journal/437/43762994016/html/>. Redalyc. 16 de Mayo de 2022.

VILLARREYNA ACUÑA, Rogelio. Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño. En: CATIE. [En línea]. Octubre, 2016.

https://agritrop.cirad.fr/582061/1/Reporte%203_Sombra%20y%20rendimientos%20de%20caf%C3%A9.pdf. Disponible en: ResearchGate. 11 de Mayo de 2022.

WOLF, Just van der; GRAM, Gil; BUKOMEKO, Hannington; MUKASA, David; GILLER, Onno; KIRABO, Enoch; ANGEBAULT, Charles; VAAST, Philippe; ASARE, Richard y JASSOGNEET, Laurence. The Shade Tree Advice Tool: An ICT solution to advise coffee and cocoa farmers on shade tree selection. En: CGIAR [en línea]. March, 2017. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/80473/Shade%20Tree%20Tool_Info%20Note_FINAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y. CGIAR. 27 de Abril de 2022.

ZHOU, Ben-zhi; FU, Mao-yi; XIE, Jin-zhong; YANG Xiao-sheng y LI, Zheng-cai. Ecological functions of bamboo forest: Research and Application. En: Journal of Forestry Research [en línea]. June, 2005. <http://www.stdwgcz.com/UploadFiles/Paper/QJ14.pdf>. Disponible en: SpringerLink. 30 de Abril del 2022.

ANEXO 1

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO PARA USO DE DATOS

Proyecto SHADE TREE ADVICE TOOL (noviembre 2020 - noviembre 2021)

Nombre del proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL COMPONENTE FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES CAFETEROS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA”**

Coordinadores del proyecto: Mathilde Lépine y Juan Carlos Villalba

Nombre de las investigadoras: Angela Marcela Camayo y Luisa Fernanda López

El proyecto de asesoramiento sobre árboles de sombra tiene por objeto desplegar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones de fácil acceso para asesorar a los agricultores sobre qué árboles de sombra satisfarán mejor sus expectativas. El objetivo a largo plazo es aumentar el número de árboles de sombra y mejorar las condiciones de vida de los productores.

Los datos reunidos por el proyecto de asesoramiento sobre árboles de sombra en el departamento del Cauca entre noviembre de 2020 y noviembre de 2021 estarán siendo procesados por el equipo de asesoramiento sobre árboles de sombra a fin de determinar las expectativas de los caficultores de los diferentes municipios en relación con los árboles de sombra y determinar qué árboles de sombra cumplen mejor las diferentes expectativas.

La recopilación de datos se basa en el consentimiento específico, informado y libremente otorgado por el Participante.

Sus datos personales se almacenarán hasta el final del estudio (previsto para noviembre de 2021). A partir de entonces, los datos recogidos serán anonimizados y almacenados en una base de datos. Están estrictamente destinadas sólo al personal autorizado del proyecto SHADE TREE ADVICE. De conformidad con el reglamento colombiano y las leyes locales de protección de datos. Usted tiene el derecho de acceso, modificación, supresión y portabilidad (cuando proceda) de sus datos personales, así como el derecho de limitar u oponerse a su uso. Tiene derecho a retirar su consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar ninguna justificación y sin consecuencias. Puede ejercer sus derechos directamente al investigador.

- Confirmando que he leído y/o entendido la hoja de información sobre el proyecto de asesoramiento de árboles de sombra y que el investigador ha respondido satisfactoriamente a mis preguntas.

- Estoy de acuerdo en participar en el proyecto de asesoramiento de árboles de sombra.

- Entiendo que mi participación en el proyecto de asesoramiento sobre el árbol de sombra es voluntaria y que soy libre de retirarme del proyecto en cualquier momento, hasta el final del estudio, sin tener que justificarme y sin ninguna consecuencia.
- Entiendo que los datos personales (es decir, los datos que me identificarían, como el nombre o las coordenadas GPS) se almacenarán en una base de datos a la que sólo podrán acceder los investigadores del proyecto SHADE TREE ADVICE hasta el final del estudio en noviembre de 2021 y luego serán destruidos.
- Entiendo que puedo pedirle al investigador que haga anónimos mis datos personales en la base de datos.
- Entiendo que esta solicitud puede hacerse en cualquier momento, antes de la investigación o después.
- Entiendo que los datos anónimos no pueden ser eliminados de la base de datos.
- Doy mi consentimiento para que se graben y se utilicen mis respuestas para el proyecto de asesoramiento de árboles de sombra.

Marque la casilla correspondiente:

He leído y comprendido la hoja de información y el Formulario de Consentimiento del Participante.

La hoja de información y el formulario de consentimiento me han sido leídos en voz alta y entiendo perfectamente su contenido.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

ANEXO 2

ENTREVISTA

EVALUACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL COMPONENTE FORESTAL EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

Fecha:

Hora:

Nombre del entrevistado:

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE CAFÉ-AGROFORESTERÍA

I- IDENTIFICACIÓN DEL ENTREVISTADO Y CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

- Grupo / organización:

- Código del productor:

- Género: Masculino Femenino

- Edad:

- Campesino / Indígena:

- Educación más alta del encuestado:

Sin educación Escuela primaria Escuela secundaria Escuela de formación

Colegio Universidad

- Ubicación de la finca de café:

Altitud del pueblo _____

Punto GPS N _____ W _____

Área total de la finca _____

- ¿Quién trabaja en la finca?

Hombre _____

Mujer _____

Dificultad para trabajar en el lote (si hay sombra)								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

IV- CAMBIO CLIMÁTICO

- ¿Ha observado algún cambio en el clima? Sí No

- En caso afirmativo, ¿qué ha cambiado?

- ¿Está haciendo algo para adaptarse al cambio climático?

V - AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SAF

¿Está de acuerdo con ampliar su sistema agroforestal en otro lote? Sí No

- En caso afirmativo: ¿qué sistema?

- ¿Por qué?

- Otro comentario o información

- ¿Si usted tuviera el dinero o la posibilidad, que sistema agroforestal implantaría?

VI- TRANSICIÓN ORGÁNICA

- Hace cuánto tiempo empezó el proceso de transición orgánica

• ¿Pertenece usted a la transición biológica? _____

- Si es así ¿tuvo una pérdida de rendimiento antes y después?
- _____

- ¿Por qué decidiste hacer una transición?
- _____

- ¿Qué ventajas o desventajas obtuvo usted con la transición orgánica?

VII - COMPONENTE FORESTAL

- ¿Además de los SAF cafeteros que otro componente forestal tiene la finca?

Bosque natural: _____ Área: _____

Bosque plantado: _____ Área: _____

Guadua: _____ Área: _____

Cercas vivas: _____ Distancia: _____

Otro: _____