

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Relaciones Entre los Sistemas
Agroforestales y la Estructura
Agroecológica Principal en
Agroecosistemas Cafeteros. Caso de
Estudio: Finca BuenaVista (Santander) y Los
Ángeles (Cundinamarca)**

Javier Camilo Guevara Rodríguez

Tecnólogo en Sistemas Agroforestales

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Estudios Ambientales - IDEA
Bogotá, Colombia
2024

Relaciones Entre los Sistemas Agroforestales y la Estructura Agroecológica Principal en Agroecosistemas Cafeteros. Caso de Estudio: Finca BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca)

Javier Camilo Guevara Rodríguez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Dr. Agrólogo. Tomás Enrique León Sicard

Línea de Investigación:

Estudios ambientales agrarios

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación del Instituto de Estudios Ambientales – Bogotá

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Estudios Ambientales - IDEA
Bogotá, Colombia

2024

(Lema)

*¡Lo que llaman inteligencia! ¡Es nuestra
condena!*

Los Suziox

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Camilo Guevara

Nombre Javier Camilo Guevara Rodríguez

Fecha 29/01/2024

Fecha: Veintinueve de enero de 2024

Agradecimientos

En especial a mi compañera de caminos Ximena, por su amor incondicional y aportes académicos durante el proceso.

A mis padres Myriam y Alberto, por su apoyo ilimitado y constante durante la investigación.

Al profesor Tomás León, por direccionar este barco.

A la familia Carlier Prada y Diaz Velázquez, por abrir las puertas de sus hogares y estar siempre prestos a colaborar en las distintas etapas del estudio.

A los recolectores y distintos colaboradores de las fincas por sus enseñanzas y acompañamiento constante.

A mis amigos por su impulso.

Al IDEA y al capital humano de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo por su guía.

Resumen

Título en español: Relaciones Entre los Sistemas Agroforestales y la Estructura Agroecológica Principal en Agroecosistemas Cafeteros. Caso de Estudio: Finca BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca)

La Estructura Agroecológica Principal (EAP), es entendida como aquella cualidad relacionada con la agrobiodiversidad del agroecosistema mayor (finca) y se refiere a la configuración espacial y a la conectividad de sus elementos bióticos, históricamente constituidos. Por esto, desde la agroecología y el pensamiento ambiental, esta investigación tuvo como objetivo tomar un estudio de caso: Finca BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca) en Colombia, constituidos en el tiempo como sistemas agroforestales (SAF) de producción de café bajo sombra para, profundizar en la comprensión de los factores ecosistémicos y culturales que inciden en el uso de la agrobiodiversidad a escala de finca.

Ello, por medio del uso de una metodología mixta que contiene materiales y métodos cualitativos y cuantitativos y que contempló para cada finca, el uso de la EAP como índice de agrobiodiversidad, el análisis espacial, una caracterización agroforestal, entrevistas semiestructuradas, observación participante y revisión de fuentes secundarias. Los resultados, mostraron la interconexión entre los agroecosistemas y su entorno ecosistémico por medio de distintas coberturas vegetales y cuerpos de agua en conectores internos y externos. Así mismo, se evidenció que los implementadores son conscientes sobre la importancia de llevar a cabo prácticas de manejo que contribuyan a la protección del ambiente para disminuir las externalidades negativas derivadas de sus procesos productivos y las limitantes ocasionadas por las condiciones históricas en las que se encuentran inmersas las fincas.

Palabras clave: Agroecología, Estructura Agroecológica Principal, Pensamiento Ambiental, Sistemas Agroforestales.

Abstract

Título en inglés: Relationships Between Agroforestry Systems and the Main Agroecological Structure in Coffee Agroecosystems. Case Study: Farm BuenaVista (Santander) and Los Ángeles (Cundinamarca)

The Main Agroecological Structure (MAS) is understood as that quality related to the agrobiodiversity of the larger agroecosystem (farm) and refers to the spatial configuration and connectivity of its historically constituted biotic elements. For this reason, from agroecology and environmental thinking, this research aims to take a case study: Farm BuenaVista (Santander) and Los Ángeles (Cundinamarca) in Colombia, constituted over time as agroforestry systems of coffee production under shadow; to deepen the understanding of the ecosystem and cultural factors that affect the use of agrobiodiversity at the farm scale.

This, using a mixed methodology that holds qualitative and quantitative materials and methods and that contemplated for each farm, the use of the MAS as an agrobiodiversity index, spatial analysis, an agroforestry characterization, semi-structured interviews, participant observation and review of sources high schools. The results showed the interconnection between agroecosystems and their ecosystem environment through different plant covers and bodies of water in internal and external connectors. Likewise, it was clear that the implementers are aware of the importance of conducting management practices that contribute to the protection of the environment to reduce the negative externalities derived from their production processes and the limitations caused by the historical conditions in which they are immersed.

Keywords: Agroecology, Agroforestry Systems, Environmental Thinking, Geographic Information Systems, Main Agroecological Structure.

Contenido

| | Pág. |
|---|-----------|
| Resumen | 7 |
| Abstract..... | 9 |
| Contenido | 11 |
| Lista de figuras..... | 13 |
| Lista de tablas | 15 |
| Lista de ecuaciones | 17 |
| Lista de abreviaturas..... | 18 |
| Introducción | 20 |
| 1. Marco general de referencia | 23 |
| 1.1 Marco teórico | 23 |
| 1.1.1 Agroecología como ciencia | 23 |
| 1.1.2 Pensamiento ambiental latinoamericano | 25 |
| 1.2 Marco conceptual..... | 26 |
| 1.2.1 La Estructura Agroecológica Principal (EAP) | 26 |
| 1.2.2 Sistemas agroforestales (SAF) | 27 |
| 1.3 Revisión de literatura..... | 29 |
| 1.3.1 Sistemas agroforestales (SAF) y la Estructura Agroecológica Principal (EAP) | 29 |
| 2. Caso de estudio..... | 32 |
| 2.1 Finca BuenaVista (FBV)..... | 32 |
| 2.2 Finca los Ángeles (FLA) | 35 |
| 3. Metodología | 40 |
| 3.1 La EAP como índice..... | 41 |
| 3.2 Análisis Espacial en la medición de la EAP | 62 |
| 3.2.1 Fase I. Preparación para vuelos de dron | 63 |
| 3.2.2 Fase II. Vuelo, captura y organización de imágenes de dron | 64 |
| 3.2.3 Fase III. Análisis de coberturas..... | 66 |
| 3.3 Caracterización de SAF frente a la EAP..... | 70 |
| 3.4 Entrevistas semiestructuras y otras fuentes | 74 |
| 3.4.1 Entrevistas..... | 74 |
| 3.4.2 Observación participante y otras fuentes | 76 |
| 4. Resultados..... | 77 |
| 4.1 Estructura Ecológica Principal de los agroecosistemas seleccionados..... | 77 |
| 4.2 Conexión con la estructura ecológica principal del paisaje (CEEP) | 79 |
| 4.3 Extensión de conectores externos (ECE) e internos (ECI). | 81 |
| 4.4 Diversificación de conectores externos (DCE)..... | 86 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 4.5 | Diversificación de conectores internos (DCI)..... | 88 |
| 4.6 | Usos del suelo (US)..... | 92 |
| 4.7 | Prácticas de Manejo Agrícola (PMa) y Prácticas de Manejo Ganadero (PMg) .. | 93 |
| 4.7.1 | Prácticas de Manejo Agrícola. Finca BuenaVista y Finca Los Ángeles..... | 94 |
| 4.7.2 | Prácticas de Manejo Ganadero. Finca Buenavista | 104 |
| 4.8 | Prácticas de Conservación (PRC)..... | 107 |
| 4.9 | Percepción-Conciencia-Conocimiento (CON) | 116 |
| 4.10 | Capacidad para la acción (CA)..... | 120 |
| 5. | Relaciones entre la EAP y los SAF | 129 |
| 6. | Conclusiones y productos | 134 |
| 6.1 | Conclusiones | 134 |
| 6.2 | Productos | 135 |
| | Bibliografía | 138 |
| A. | Anexo: Muestra de Formulario de Diagnostico de Fincas Agroforestales | 158 |
| B. | Anexo: Formato de evaluación de entrevistas | 160 |
| C. | Anexo: Procesamiento US. FBV | 161 |
| D. | Anexo: Procesamiento US. FLA..... | 163 |
| E. | Anexo: Beneficios maderables y no maderables. El Calapal. FBV | 164 |
| F. | Anexo: Beneficios maderables y no maderables. Bosque Chino. FLA..... | 165 |
| G. | Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PMa | 166 |
| H. | Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PMa | 169 |
| I. | Anexo: Mapa cuencas hidrográficas. FBV | 173 |
| J. | Anexo: Mapa cuencas hidrográficas. FLA | 174 |
| K. | Anexo: Ficha técnica. Simmental | 175 |
| L. | Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PRC | 176 |
| M. | Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de CA | 179 |
| N. | Anexo: Mapa NDVI. FLA | 182 |
| O. | Anexo: Mapa NDVI. FBV | 183 |
| P. | Anexo: Paisaje y relieve. FBV | 184 |
| Q. | Anexo: Paisaje y relieve. FLA | 185 |
| R. | Anexo: Mapa de distancias. Coberturas de la tierra – AI. FBV | 186 |
| S. | Anexo: Mapa de distancias. Coberturas de la tierra – AI. FLA | 187 |
| T. | Anexo: Índice NDVI. FBV - AI | 188 |
| U. | Anexo: Índice NDVI. FLA - AI | 189 |
| V. | Anexo: Mapa de distancias. Coberturas de la tierra de fincas. FLA | 190 |
| W. | Anexo: Mapa de distancias. Coberturas de la tierra de fincas. FBV | 191 |
| X. | Anexo: Mapa usos del suelo. FBV | 192 |
| Y. | Anexo: Mapa usos del suelo. FLA | 193 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Límites perimetrales de la FBV..... | 33 |
| Figura 2. Valor Agregado Café Especial del Bosque. FBV. | 34 |
| Figura 3. Límite perimetral de la FLA..... | 36 |
| Figura 4. Sistema Agrosilvicultural. FLA.. | 37 |
| Figura 5. Valor Agregado Café Los Ángeles FLA.. | 38 |
| Figura 6. Metodología mixta propuesta. | 40 |
| Figura 7. Ejemplo de la determinación del área de influencia para el caso de estudio.... | 44 |
| Figura 8. Área de Influencia (AI) para cada finca..... | 45 |
| Figura 9. Fases de mapeo de EAP con SIG. | 63 |
| Figura 10. Acompañamiento de implementadores..... | 63 |
| Figura 11. Ortomosaico 1. FBV. | 65 |
| Figura 12. Ortomosaico 2. FBV. | 65 |
| Figura 13. Ortomosaico. FLA..... | 66 |
| Figura 14. Ejemplo de bienestar. FLA. | 78 |
| Figura 15. Parte de conector externo con vegetación. FLA. | 83 |
| Figura 16. Parte conector externo con vegetación. FBV..... | 83 |
| Figura 17. Ejemplo de conectores internos con cercas vivas. FBV..... | 84 |
| Figura 18. Ejemplo de conectores internos con cercas vivas. FLA. | 85 |
| Figura 19. Sector conector externo con estratificación de vegetación. FLA..... | 87 |
| Figura 20. Sector conector externo con estratificación de vegetación. FBV..... | 88 |
| Figura 21. Sector conector interno con variedad de vegetación. FLA. | 89 |
| Figura 22. Sector conector interno con variedad de vegetación y albergue de fauna no silvestre. FBV..... | 90 |
| Figura 23. Mosaico plantas ornamentales. FBV. | 91 |
| Figura 24. Bosque chino. FLA..... | 92 |
| Figura 25. Mosaico. Lote Calapal. FBV. | 95 |
| Figura 26. Proceso de beneficio del café. FBV..... | 97 |
| Figura 27. Mosaico proceso de Beneficio. FBV. | 98 |
| Figura 28. Mosaico. Lote Bosque Chino. FLA..... | 99 |
| Figura 29. Mosaico proceso de Beneficio. FLA..... | 100 |
| Figura 30. Proceso de beneficio del café. FLA..... | 101 |
| Figura 31. Actividad pecuaria. Ganado tipo Simmental. FBV..... | 105 |

| | |
|--|-----|
| Figura 32. Bosques en conservación. FBV | 109 |
| Figura 33. Extrapolación de Mapa Cuencas Hidrográficas. FBV..... | 110 |
| Figura 34. Mosaico Biodiversidad. FBV..... | 111 |
| Figura 35. Zona protegida. FLA. | 112 |
| <i>Figura</i> 36. Extrapolación de Mapa Cuencas Hidrográficas. FLA. | 113 |
| Figura 37. Mosaico de Biodiversidad. FLA. | 114 |
| Figura 38. Mosaico de implementadores. FLA. | 116 |
| Figura 39. Paisaje relacionado a "tranquilidad"- "espiritualidad". FLA | 117 |
| Figura 40. Mosaicos de implementadores. FBV | 118 |
| Figura 41. Paisajes relacionados a "tranquilidad"- "espiritualidad". FBV | 119 |
| Figura 42. Colaboradores FLA | 123 |
| Figura 43. Colaboradores FBV..... | 126 |
| Figura 44. Extrapolación Mapa de distancias. Coberturas de la tierra FBV. | 132 |
| Figura 45. Extrapolación Mapa de distancias. Coberturas de la tierra FLA. | 133 |

Lista de tablas

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1. Criterios de Evaluación de la Estructura Agroecológica Principal (EAP)..... | 41 |
| Tabla 2. Tabla de interpretación de la Estructura Agroecológica Principal..... | 43 |
| Tabla 3. Tabla de valoración de indicadores de la Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje..... | 47 |
| Tabla 4. Tabla de ecuaciones utilizadas en el cálculo de la Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje..... | 47 |
| Tabla 5. Categorías de evaluación para la conectividad de las fincas con la estructura ecológica principal del paisaje..... | 48 |
| Tabla 6. Categorías de evaluación para la Extensión de Conectores Externos..... | 49 |
| Tabla 7. Categorías de evaluación para la Extensión de Conectores Internos..... | 50 |
| Tabla 8. Ponderación de los niveles de riqueza en los conectores externos..... | 51 |
| Tabla 9. Ponderación de la estratificación en los conectores externos e internos..... | 52 |
| Tabla 10. Categorías de valoración para Diversidad de Conectores Externos y Diversidad de Conectores Internos..... | 52 |
| Tabla 11. Descripción del criterio e indicador de Usos del Suelo..... | 55 |
| Tabla 12. Descripción del criterio Prácticas de Manejo Agrícola..... | 56 |
| Tabla 13. Descripción del criterio Prácticas de Manejo Ganadero (PMg)..... | 57 |
| Tabla 14. Descripción del criterio Prácticas de Conservación, calculado como un promedio de los indicadores PCS, PCA y PCB..... | 59 |
| Tabla 15. Descripción del criterio Percepción-Conciencia-Conocimiento..... | 59 |
| Tabla 16. Descripción del criterio Capacidad de Acción..... | 60 |
| Tabla 17. Tabla de valoración de EAP..... | 61 |
| Tabla 18. Productos del Análisis Espacial de la Estructura Agroecológica Principal..... | 69 |
| Tabla 19. Instrumentos de medición y aplicaciones utilizadas para observación..... | 72 |
| Tabla 20. Entrevistas de la investigación..... | 75 |
| Tabla 21. Resultados de Estructura Agroecológica Principal. FBV y FLA..... | 77 |
| Tabla 22. Resultados de criterios de Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje. FBV y FLA..... | 80 |
| Tabla 23. Resultados de la Extensión de Conectores Externos. FB y FLA..... | 82 |
| Tabla 24. Resultados de la Extensión de Conectores Internos. FB y FLA..... | 84 |
| Tabla 25. Resultados de Diversidad de Conectores Externos. FB y FLA..... | 86 |
| Tabla 26. Resultados DCI. FB y FLA..... | 90 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 27. Resultados Prácticas de Manejo Agrícola. FB y FLA..... | 103 |
| Tabla 28. Resultados Prácticas de Manejo Ganadero. FBV..... | 107 |
| Tabla 29. Resultados de PRC. FB y FLA. | 115 |
| Tabla 30. Resultados de CA. FB y FLA..... | 128 |
| Tabla 31. Productos derivados de la investigación..... | 136 |

Lista de ecuaciones

| | Pág. |
|--|-------------|
| Ecuación 1. Ecuación para medir EAP. | 43 |
| Ecuación 2. Distancia de fragmentos de vegetación..... | 47 |
| Ecuación 3. Distancia de cuerpos de agua..... | 47 |
| Ecuación 4. Densidad..... | 48 |
| Ecuación 5. Ecuación para medir CEEP..... | 48 |
| Ecuación 6. Ecuación para medir ECE..... | 49 |
| Ecuación 7. Ecuación para medir ECI. | 50 |
| Ecuación 8. Ecuación para medir RCE..... | 51 |
| Ecuación 9. Ecuación para medir EsCE..... | 52 |
| Ecuación 10. Ecuación para medir DCE..... | 52 |
| Ecuación 11. Ecuación para medir RCI..... | 54 |
| Ecuación 12. Ecuación para medir ECI..... | 54 |
| Ecuación 13. Ecuación para medir DCI..... | 54 |
| Ecuación 14. Ecuación para medir US..... | 55 |
| Ecuación 15. Ecuación para medir PMA..... | 56 |
| Ecuación 16. Ecuación para medir PMg..... | 57 |
| Ecuación 17. Ecuación para medir PC..... | 58 |
| Ecuación 18. Ecuación para medir CA..... | 60 |

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

| Abreviatura | Término |
|----------------|---|
| A | Abonamiento |
| AATA | Acceso a Asistencia Técnica Agroecológica |
| AE | Análisis Espacial |
| aprox. | Aproximadamente |
| AI | Área de Influencia |
| AS | Arreglo del Sistema |
| CG | Capacidad de Gestión |
| CEF | Capacidad Económica y Financiera |
| CL | Capacidad Logística |
| CA | Capacidad para la acción |
| CEEP | Conexión con la estructura ecológica principal del paisaje |
| CLC | Corine Land Cover |
| D | Densidad de fragmentos y cuerpos de agua |
| D&D | Diagnóstico y Diseño |
| DAC | Distancia de cuerpos de agua al centro de la finca |
| DFC | Distancia de fragmentos de vegetación al centro de la finca |
| DCE | Diversificación de conectores externos |
| DCI | Diversificación de conectores internos |
| ECE | Estratificación de conectores externos |
| EsCI | Estratificación de conectores internos |
| EAP | Estructura Agroecológica Principal |
| ECE | Extensión de conectores externos |
| ECI | Extensión de conectores internos |
| FNCC | Federación Nacional de Cafeteros de Colombia |
| FBV | Finca BuenaVista |
| FLA | Finca Los Ángeles |
| NDVI | Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada |

Abreviatura Término

| | |
|--------------|---|
| MA | Manejo del Agua |
| MF | Manejo Fitosanitario |
| MS | Manejo Sanitario |
| m/cte | Moneda corriente |
| CON | Percepción-Conciencia-Conocimiento |
| PRC | Prácticas de Conservación |
| PCB | Prácticas de conservación de la biodiversidad |
| PCA | Prácticas de conservación del agua |
| PCS | Prácticas de conservación del suelo |
| PMa | Prácticas de Manejo Agrícola |
| PMg | Prácticas de Manejo de Ganadería Pecuaria |
| PS | Preparación del Suelo |
| RCE | Riqueza de conectores externos |
| RCI | Riqueza de conectores internos |
| RP | Rotación de Potreros |
| S | Semillas |
| SAF | Sistemas Agroforestales |
| SIG | Sistemas de Información Geográfica |
| US | Usos del suelo |

Introducción

Desde que la humanidad comenzó a cultivar sus primeras plantas de trigo y cebada en el Neolítico apareció la agricultura, lo que ha llevado a través de la historia a la consolidación de distintos tipos de agroecosistemas o ecosistemas domesticados (Odum & Barrett, 2005), donde lo ambiental está determinado por relaciones ecosistémicas y culturales (entendida como la conjugación de aspectos simbólicos, organizativos y tecnológicos) (León-Sicard, 2021).

Es así como, desde el origen de la agricultura hemos asistido, por lo menos, a dos hitos históricos que han marcado su proceso: el primero, la revolución verde que se dio durante la segunda mitad del siglo XX y que llevó a procesos altamente intensivos de producción mediados por la mecanización y el uso de agroquímicos, seguido por otro proceso de intensificación que en la actualidad busca incrementar el rendimiento y la resistencia de los cultivos por medio de la intervención genética.

Lo anterior, ha traído una serie de problemas o externalidades negativas ambientales que van desde la transformación de ecosistemas, la resistencia y contaminación por plaguicidas, el detrimento de la capacidad productiva de los suelos, hasta la pérdida de saberes locales (Altieri & Nicholls, 2000; Ázqueta, 2007; Sarandón & Flores, 2014).

Colombia no ha sido ajena a estas problemáticas. Por ejemplo, Tolima y Valle del Cauca son los mayores consumidores de agua por la siembra de arroz y caña. A nivel nacional la mayor proporción de agua subterránea se encuentra destinada a uso agrícola con volúmenes concesionados de hasta 1263 millones de metros cúbicos (IDEAM, 2019), lo que deja una gran huella hídrica.

Por ello, Colombia tiene la necesidad de emprender estudios ambientales agrarios desde la agroecología a una escala local y regional que permitan entender las dinámicas e interacciones complejas entre las dimensiones ecosistémicas, simbólicas, organizativas y tecnológicas de los ecosistemas domesticados que moldean los agroecosistemas mayores, menores y sus agregaciones en unidades mayores. Esto, desde una visión holística y sistémica compleja para generar conocimientos, validar y aplicar estrategias adecuadas de diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas (Sarandón, 2002b; Sarandón & Flores, 2014). Lo anterior, ya sea que la agroecología sea vista como movimiento social, estructura de símbolos, forma de aplicar la agricultura o ciencia que estudia los agroecosistemas desde el punto de vista de sus interrelaciones culturales y ecosistémicas (León-Sicard, 2021).

Debido a esto, desde la agroecología y el pensamiento ambiental, se tomó como estudio de caso las fincas BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca), agroecosistemas que han sido concebidos como sistemas agroforestales (SAF) con producción de café bajo sombrío. En ellas, la agrobiodiversidad juega un papel importante para garantizar la disponibilidad de recursos ecosistémicos y culturales, que soportan el modelo agrario productivo. Razón por la cual ameritan ser estudiadas desde un punto de vista complejo, que profundiza en las interacciones entre sus distintos componentes. En este sentido, se utilizó el índice de la Estructura Agroecológica Principal (EAP), que fue concebida como una herramienta metodológica para analizar la agrobiodiversidad a escala de finca y paisaje, no solamente desde el punto de vista ecosistémico o biológico, sino también desde un enfoque cultural.

De esta manera, el objetivo general de la investigación fue el de comparar las relaciones ambientales entre la Estructura Agroecológica Principal y sistemas agroforestales cafeteros de las fincas BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca), para profundizar en la comprensión de los factores ecosistémicos y culturales que inciden en el uso de la agrobiodiversidad a escala de finca. Para lograrlo se siguieron los siguientes objetivos específicos: (1) Determinar la Estructura Agroecológica Principal de las fincas BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca). (2) Caracterizar los principales componentes de los sistemas agroforestales en las fincas BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca) y (3) Identificar las características de los principales factores ecosistémicos (suelo, relieve, clima y agua) y culturales (educación, ingresos,

percepciones) que potencian o limitan las relaciones entre la Estructura Agroecológica Principal y sistemas agroforestales en las fincas BuenaVista (Santander) y Los Ángeles (Cundinamarca).

El documento se divide en cinco capítulos. El primero contiene los aspectos teóricos que fundamentan la investigación; en el segundo se hace una ilustración del caso de estudio; en el tercero se describe la metodología de trabajo; en el cuarto se muestran los resultados; y, por último, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y los productos derivados de la investigación.

Cabe resaltar que la investigación estuvo afectada por la pandemia generada por el COVID – 19, lo que generó interrupciones en los tiempos de trabajo de campo, compilación y análisis de la información. El trabajo se desarrolló con recursos propios junto al apoyo del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia y otros profesionales que colaboraron en la etapa de análisis espacial de la EAP.

1. Marco general de referencia

Esta propuesta se desarrolló bajo dos marcos teóricos generales: la agroecología como ciencia y el pensamiento ambiental latinoamericano

1.1 Marco teórico

A continuación, se desarrolla una exposición del marco teórico general en el cual se fundamenta la investigación: la agroecología como ciencia y el pensamiento ambiental latinoamericano. Se presenta un recorrido histórico desde las primeras investigaciones acerca de la relación entre ambiente y cultura, hasta los aportes más recientes que han permitido estructurar la agroecología como una ciencia. Seguido de los principales aportes que desde la filosofía ambiental son pertinentes para establecer la forma en que los humanos se relacionan con la naturaleza.

1.1.1 Agroecología como ciencia

La Estructura Agroecológica Principal (EAP), surge como una de las características relacionadas con la agrobiodiversidad de los agroecosistemas mayores (fincas), siendo estos, los objetos de estudio de la agroecología como ciencia.

Una síntesis de la evolución de la agroecología como ciencia ambiental se encuentra en los trabajos realizados por Melgarejo (2019) y León-Sicard (2021), que dan cuenta del progreso de la discusión desde la aparición del concepto en las investigaciones de Basil-Bensin (1930) y que giraban en torno a la agroecología frente al uso de agroquímicos para aumentar la producción de los cultivos. Esto, por medio del uso de “la botánica, la meteorología, la climatología, la edafología y la agronomía experimental” (Melgarejo, 2019, p. 9).

Posteriormente, Azzi (1956), Tischler (1965) y Janzen (1973) continúan con su desarrollo y establecen que la agroecología es la aplicación que se le da a las ciencias biológicas en la agricultura, al realizar investigaciones sobre ecología agrícola (relaciones entre vegetación, ambiente y producción), los cultivos como ecosistemas y la relación entre la protección de los bosques y los cultivos por medio de la integración de saberes locales ecológicos, culturales y el conocimiento de las especies.

Luego, la discusión continúa con los trabajos citados por León-Sicard (2020, p.20), entre otros: (Loucks, 1977), (Hart, 1985), Altieri (1987; 1989, 1994; 1995a 1995b, 1999, 2002), (González, 1992), (Sevilla & González, 1993), (Mejía, 1995), Gliessman (1998, 1990, 1995, 2013), (Hecht, 1999), (Altieri & Nicholls, 2000), (Guzmán et al., 2000), (Sarandón, 2002), (Ruiz-Rosado, 2006), (Sevilla, 2006), (Gliessman et al., 2007), (Perfecto et al., 2009), León-Sicard (2010, 2014, 2020), (Altieri & Toledo, 2011), (Guzmán & Woodgate, 2013), (Méndez et al., 2013), (Sarandón & Flórez, 2014), (Gómez et al., 2015) y (Rodríguez, 2015).

En un desglose de algunos de estos estudios desarrollados durante la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI y que han contribuido a estructurar a la agroecología como ciencia ambiental, se puede establecer que, con la investigación de Loucks (1977), se incluye el ecosistema como categoría de análisis y los posibles impactos multiescalares de los agroecosistemas. Por su parte, Altieri (1989), define la agroecología como un nuevo paradigma para la agricultura que utiliza la ecología como foco de análisis frente a la disponibilidad de recursos.

A continuación, Gliessman et al., (1998), establecen a la agroecología como un proceso ecológico para consolidar agroecosistemas sustentables, apoyado a finales del siglo XX por el trabajo de Altieri & Nicholls (2000), donde definen la agroecología como “la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica, considerando los ecosistemas agrícolas como las unidades de estudio, y dentro de estos sistemas se investigan y analizan los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas como un todo” (Melgarejo, 2019, p. 10).

Visión seguida por Sarandón (2002), quien determina la agroecología como el estudio de los agroecosistemas desde una visión holística y sistémica a partir de categorías de análisis propias de las ciencias humanas, agrícolas y afines.

Más adelante, León-Sicard (2010, 2014, 2020), desde una perspectiva ambiental compleja de la agroecología, la define como una ciencia que estudia los agroecosistemas desde las relaciones estructurales y funcionales entre ecosistema y cultura. Así mismo, desde esta visión, Méndez et al., (2013) integra visiones propias del análisis de los sistemas agroalimentarios anudados a procesos socioculturales. Seguido de los trabajos de Sarandón & Flórez (2014) y Rodríguez (2015), donde determinan que la agroecología es una ciencia que analiza los agroecosistemas como resultado de procesos culturales.

Otros autores, han considerado los potenciales de la agroecología para fomentar la cohesión social y la resiliencia comunitaria como ejes fundamentales para la construcción de paz en los territorios (Ácevedo-Osorio, Chávez-Miguel, Bonatti, Sieber, & Löhr, 2022). También, como una de las ciencias híbridas que permite desarrollar enfoques innovadores para la investigación en estudios rurales posmodernos, por ejemplo, en la construcción de visiones multifuncionales del territorio que tienen en cuenta distintas escalas y temporalidades ambientales y culturales en su desarrollo (Rivas-Guzmán, 2014; 2017). Así mismo, como una herramienta para el análisis de prácticas tradicionales interpretadas desde la interacción de la diversidad biológica con la cosmovisión local (Franco-Valencia, 2018).

1.1.2 Pensamiento ambiental latinoamericano

El pensamiento ambiental contiene varias vertientes, entre ellas, la que postula el filósofo ambiental colombiano Carlos Augusto Ángel Maya para el caso latinoamericano. Una sinopsis de sus estudios se encuentra en los trabajos realizados por Noguera (2004, 2006) y León-Sicard (2021), que dan cuenta de su intención por “encontrar propuestas en la filosofía occidental que permitan elaborar una filosofía ambiental que culmine en la propuesta de una nueva ética, donde los valores emergen de las relaciones respetuosas entre los sistemas socioculturales y los ecosistemas” (Noguera, 2006, p. 5).

Desde los análisis hechos por esos autores, se puede entrever que, Ángel-Maya concibió lo ambiental como una correlación entre el ecosistema y cultura, dando a entender que la crisis ambiental es un reflejo de una crisis cultural. Es así como, para menguar este conflicto, el investigador colombiano propone en sus trabajos “transformar desde la raíz las estructuras simbólicas de la cultura” (Noguera, 2004, p. 5).

Ello, según Ángel-Maya (1990; 1993; 2003; 2004), por medio de una crítica constructiva al concepto de desarrollo, la reconfiguración de una línea histórica ambiental que haga frente a los métodos tradicionales de la historia convencional y las pautas marcadas por el derecho y la filosofía que erigen hasta el día de hoy las estructuras culturales y por ende nuestra relación con la naturaleza.

Es así que sus trabajos resaltan cómo la relación entre los ecosistemas y la cultura es la que determina de manera sistémica, holística y compleja los alcances e impactos positivos o negativos sobre la naturaleza, donde es sin duda, la cultura, constituida por todas aquellas estructuras simbólicas (concepción de los fenómenos naturales), organizativas (economía, poder político, militar y reglas sociales) y tecnológicas (conocimiento, desarrollo científico) la que determina la forma en que percibimos e interactuamos con los bienes naturales (León-Sicard, 2021).

1.2 Marco conceptual

A continuación, con el fin de propiciar su comprensión, se presentará el marco de referencia de dos de los conceptos más utilizados durante esta investigación: por un lado, la Estructura Agroecológica Principal y por el otro los sistemas agroforestales (SAF).

1.2.1 La Estructura Agroecológica Principal (EAP)

Los agroecosistemas como ecosistemas domesticados (Odum & Barrett, 2005) son el resultado de procesos de interacción entre componentes ecosistémicos y culturales con flujos de energía y ciclos de materiales propios (León-Sicard, Toro Calderón, Martínez-Bernal, & Cleves-Leguízamo, 2018). Son el sujeto de estudio de la agroecología (Prager, Restrepo, Ángel, Malagón, & Zamorano, 2002) y pueden ser entendidos según distintas escalas sugeridas en los trabajos de León-Sicard (2014; 2021), como agroecosistemas mayores (la finca delimitada por derechos de propiedad), agroecosistemas menores (todas

aquellas unidades delimitadas dentro del agroecosistema mayor) y las llamadas matrices de agroecosistemas (agregaciones entre agroecosistemas mayores).

Así mismo, los agroecosistemas mayores tienen ciertas cualidades que van desde las condiciones climáticas, las condiciones edáficas, el relieve, las condiciones geográficas, el régimen de tenencia de la tierra, el tipo de producción, el sistema de manejo, el tipo de productor, su tamaño y forma, hasta la Estructura Agroecológica Principal (EAP) (León-Sicard, 2014).

La EAP, es entendida como aquella cualidad relacionada con la agrobiodiversidad del agroecosistema mayor y se refiere a la configuración espacial y a la conectividad de sus elementos bióticos y culturales históricamente constituidos (León-Sicard, 2021).

La EAP se puede medir y expresar como un índice que cuenta con cinco criterios de índole ecosistémico: 1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP), 2. Extensión de Conectores Externos (ECE), 3. Extensión de Conectores Internos (ECI), 4. Diversidad de Conectores Externos (DCE) y 5. Diversidad de Conectores Internos (DCI) y con cinco criterios culturales: 1. Usos del suelo (US), 2. Prácticas de Manejo Agrícola (PMA) / Prácticas de Manejo Ganadero (PMg), 3. Prácticas de Conservación (PC), 4. Percepción-Conciencia-Conocimiento (PCC) y 5. Capacidad de Acción (CA) que, interactúan para determinar la agrobiodiversidad de los agroecosistemas y cuya medición puede ser realizada de manera “rápida” o profunda (ambas igual de valiosas) dependiendo de los recursos con los que se cuente (León-Sicard, 2021).

Finalmente, en Quintero *et al.*, (2022), se estudia el uso de drones en el mapeo y análisis de la EAP y se establece que los criterios relacionados con prácticas de manejo se pueden seleccionar de acuerdo con el sistema de producción más representativo de la finca.

1.2.2 Sistemas agroforestales (SAF)

Los sistemas agroforestales (SAF), pueden ser definidos de manera restringida como “una unidad diseñada por los seres humanos que reúne componentes bióticos y abióticos integrados y complementarios entre sí y que tienden a reproducir el equilibrio del bosque” (Torres, Tenorio, & Gómez, 2008, pág. 26).

Sin embargo, visiones menos limitadas, entienden los SAF no sólo desde la productividad, sino desde su estructura misma y adaptabilidad cultural, pues no ven a los SAF sólo en función de su capacidad para mantener la producción sostenida de productos agrícolas, sino también como la forma de exaltar prácticas culturales locales y regionales (Farrell & Altieri, 1999) construyendo así, puentes entre ecosistema – cultura, pues en ellos se fortalece la apropiación que hacen de sus ecosistemas los actores inmersos en el territorio, tanto física, como simbólicamente (Velásquez, 2012).

Los SAF han sido clasificados según sus aspectos funcionales y estructurales en agrosilviculturales, silvopastoriles y especiales según los componentes incluidos en el sistema y su asociación (Rocha & Mendieta, 2007). Por ejemplo, en los SAF cafeteros (agrosilviculturales), los elementos agrícolas y los individuos forestales interactúan en el mismo terreno, donde los árboles crean capas superiores de cubrimiento del cultivo, generándose una producción de café bajo sombra que contribuye a la protección de la agrobiodiversidad (Valencia, 2014).

Valencia (2014) en su estudio sobre SAF con café, indica que estos contribuyen a la conservación de los simbolismos inmersos en las fincas debido, por ejemplo, a que las especies arbóreas son un reflejo histórico de los cambios que ha vivido el territorio, son la memoria de las vivencias de sus habitantes, sirven de sitio de alivio y de confort, fortalecen el arraigo al territorio y no menos importante, sirven para consolidar espacios de recreación, aumentando la sensación de bienestar y por ende la calidad de vida.

Así mismo, por ser los SAF unidades delimitadas dentro del agroecosistema mayor (fincas), pueden ser considerados como agroecosistemas menores (León-Sicard T., 2021), favorables a la agrobiodiversidad frente a otros diseñados en torno a la implementación de monocultivos y praderas extensas (Ranjith, *et al.*, 2019).

Por otra parte, frente a los usos y beneficios de los SAF, investigaciones como las auspiciadas por el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), han establecido que su potencial va desde su función como técnica para la adaptación y mitigación del cambio climático, conservación y renovación del paisaje, reguladores de biomasa y carbono, mejoramiento del suelo, restauración ecológica, conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, hasta el

fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la consolidación de elementos culturales de los territorios (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015).

Finalmente, de los ejercicios hechos en esta investigación, los implementadores¹ de los procesos agrícolas, enfatizan que los SAF no pueden ser vistos como un sistema divisorio ajeno a la finca (agroecosistema mayor), pues no lo determinan como un agroecosistema menor. Ello, porque se identifica en sus discursos que los SAF van más allá de los arreglos forestales y el uso de tecnologías ambientales y dependen también de la capacidad y bienestar humano, las condiciones históricas de su desarrollo, relaciones económicas, la organización de otros territorios artificializados (instalaciones forestales, otras dinámicas agrarias ajenas al SAF). Por esto en sus alocuciones, relacionan “SAF” con “finca”, postura válida cuando este o cualquier uso del suelo en las fincas ocupa un espacio tal que la cubra completamente.

1.3 Revisión de literatura

La revisión de literatura gira en torno a la Estructura Agroecológica Principal (EAP) y sus relaciones con los sistemas agroforestales.

1.3.1 Sistemas agroforestales (SAF) y la Estructura Agroecológica Principal (EAP)

El concepto de Estructura Agroecológica Principal puede ser rastreado a estudios realizados por Van der Hammen & Andrade (2003), quienes propusieron el concepto de la Estructura Ecológica de Soporte de la Nación (EES) formada por dos componentes, la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP) y la Infraestructura Ecológica (IE), entendida esta última como el conjunto de remanentes naturales y áreas intervenidas por la cultura que funcionan como sostén para la biodiversidad y la generación de bienestar de la población. La IE, hace parte del soporte de los agroecosistemas al mantener la agrobiodiversidad como eje de su sistema productivo (Van der Hammen & Andrade, 2003; León-Sicard, *et. al.*, 2018).

¹ Aquí se refiere a toda la capacidad humana que participa de forma más directa en el manejo del SAF: Administradores, administradores/propietarios y trabajadores.

A partir de estos postulados, León-Sicard (2010) propone el concepto de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) como un componente que expresa la agrobiodiversidad de los agroecosistemas. Posteriormente, León-Sicard (2014) plantea las perspectivas ambientales de la agroecología como una ciencia de los agroecosistemas y la evaluación de la EAP de los agroecosistemas mayores (fincas) basada en diez indicadores ecosistémicos y culturales.

Ya en 2010, se da la primera aplicación en campo de la EAP como indicador de la agrobiodiversidad de seis agroecosistemas mayores (fincas) en la sabana de Bogotá (León-Sicard, Mendoza & Córdoba, 2014), con lo que se comprueba su viabilidad y se abre la posibilidad para su uso a distintas escalas.

Luego, León-Sicard & Vargas (2017) exponen la posibilidad de realizar la conexión del paisaje con los elementos de las fincas por medio de la EAP. Así mismo, Cleves-Leguízamo, Toro-Calderón, Martínez-Bernal & León-Sicard (2017) escriben sobre la EAP como herramienta novedosa para la planeación del uso de la tierra en los agroecosistemas, desde la visibilización de las relaciones culturales y el manejo de los corredores internos y externos que incluyen la vegetación. Posteriormente, León-Sicard (2018), junto a estos mismos autores, realizan una investigación donde enfatizan en el concepto, metodología y aplicaciones de la EAP.

Es así como, León-Sicard (2021) presenta su definición más reciente del concepto, donde al articular los criterios ecosistémicos y culturales que componen el indicador, propone que la EAP sea entendida como:

La configuración o arreglo espacial interno y externo de la agrobiodiversidad en el agroecosistema mayor (la finca) y la conectividad espacial entre sus distintos sectores, parches y corredores de vegetación o sistemas productivos (agroecosistemas menores) entre sí y con el paisaje circundante, históricamente construida y regulada por variables culturales (León-Sicard, 2021, pág. 15).

Sobre la EAP correlacionada con SAF, se encuentra el trabajo de Córdoba (2016), que la utiliza como uno de los indicadores para hacer una aproximación de la resiliencia a nivel de cultivo, al relacionar los indicadores microclimáticos con otros factores de los

agroecosistemas y presenta a los SAF como una estrategia de adaptación y resiliencia que permiten el control de las variaciones microclimáticas y los cambios extremos.

Así mismo, Melo (2016) valora el estado de la EAP de los agroecosistemas mayores o fincas relacionadas con un SAF en los Montes De María (departamento de Bolívar - Colombia) y expone que los SAF no sólo tienen fuertes características adaptativas o de resiliencia, sino que construyen valores lúdicos de la agricultura.

Posteriormente, Cleves- Leguízamo & Toro Calderón (2018) exponen que “el agroecosistema mayor (finca) posee un contenido ecosistémico que se expresa en los agroecosistemas menores (lotes, sitios de cultivo, áreas forestales, agroforestales o silvopastoriles)” (Cleves-Leguízamo & Toro Calderón, 2018, pág. 1).

Consecutivamente, Quintero *et. al* (2022), exponen que la EAP más allá de ser un indicador o caracterizador de los agroecosistemas, porque tiene el potencial de ser una herramienta para la planificación del uso del suelo y de predicción en el complejo comportamiento de estos, lo que dependerá del entendimiento de los principios agroecológicos y de la capacidad de acción de sus implementadores.

A pesar de los estudios anteriores, aun no se han establecido relaciones EAP – SAF que muestren su interdependencia o las posibilidades que ofrece el aumento de la agrobiodiversidad (SAF) para incidir en actitudes/valores o comportamientos que fortalezcan los criterios culturales del índice EAP.

2. Caso de estudio

A continuación, se hace una presentación del estudio de caso propuesto para esta investigación. Se exponen las principales características agronómicas que se han ido constituyendo en ambas fincas a lo largo de su historia para consolidarse como SAF de producción de café bajo sombra.

2.1 Finca BuenaVista (FBV)

La FBV hace parte de la jurisdicción político – administrativa del municipio de El Socorro, vereda Buena Vista, en el departamento de Santander, Colombia, a 121 kilómetros de Bucaramanga (capital del departamento). Limita: al norte, con los municipios de Cabrera y Pinchote; al sur, con Confines y Palmas del Socorro; al oriente, con Páramo y al occidente, con Simacota y Palmar (Guevara, 2019; Alcaldía Municipal del Socorro Santander, 2022).

El acceso a la finca debe hacerse en transporte particular o veredal, en un recorrido de aproximadamente 8 km desde el Parque de la Independencia (Camargo, *et. al.*, 2020). También, se puede acceder por Pinchote (9 km), por San Gil (12 km) o por una vía privada desde la carretera central que está en mantenimiento.

La FBV tiene una historia de más de 100 años que data de 1.920, donde ya se cultivaba café, caña de azúcar y tabaco. En la década de los 40, se consolida la mayor extensión que ha tenido la finca y se avanza en el desarrollo de beneficios agrícolas. Unos años después, se convierte en una gran hacienda donde se dejan de un lado los demás cultivos para dedicarse a la siembra de café junto a su ecosistema circundante.

Ya en los años 90, se presenta un proceso de división de tierras y el liderazgo de la actividad cafetera y ganadera queda a cargo de uno de sus herederos. Con los años, se

continuó fortaleciendo su desarrollo cultural y ambiental gracias al aprendizaje permanente y la experiencia adquirida por casi un siglo.

Hoy en día, se ha consolidado como una hacienda de aproximadamente 60 hectáreas dispersa en tres grandes secciones (figura 1), de tipo agrosilvopastoril, pues combina de forma simultánea “árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal” (ONF, 2013, p. 5) cuyo arreglo forestal se compone de especies leñosas perennes (Somarriba, 2009) junto a forraje no leñoso (Ospina, 2006) para alimentación de ganado. La propiedad, está dividida de manera general en: SAF con café (50% aprox., 30 ha), potreros (35% aprox., 21 ha), instalaciones forestales e infraestructura (5% aprox., 3 ha) y ecosistemas en reserva (10% aprox., 6 ha). Sus fuentes hídricas reconocidas son, una caída de agua, tres aljibes, cañadas y una quebrada con la que colinda.

La finca presenta un clima de bosque húmedo premontano (1.200 a 2.000 msnm) con una temperatura máxima promedio de 24 °C y mínima de 19 °C. Los vientos permanecen en un margen de más o menos 4,0 kilómetros por hora. La precipitación media es 1906 mm, humedad relativa entre el 49% y 92% y brillo solar alto (2.262 horas/año) (Guevara, 2019; Weather Spark, 2023).



Figura 1. Límites perimetrales de la FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

Tiene acceso a servicios públicos de agua (acueducto Veredal Buena Vista) y luz (Electrificadora de Santander S.A E.S.P. – ESSA), pozo séptico, acceso a gas por pipeta y servicio de internet. Los desechos orgánicos que genera la vivienda principal se usan como abono y los inorgánicos se clasifican para su reciclaje.

La producción de café se considera de tipo orgánico, pues no usa elementos de síntesis química en sus procesos y cuenta con los sellos de calidad que lo certifican (Café de Colombia, Café de Origen, Certificado Orgánico y Rainforest Alliance). Esto, sumado a la adecuación y manejo de distintas tecnologías ambientales (cercas vivas, cortinas rompevientos, etc.). Su relieve y tipo de paisaje está compuesto de lomerío (lomas y colinas) y montañas (lomas, colinas, filas, vigas y espinazos) (Anexo P).

Ahora, se ha conformado la sociedad familiar Emprendimientos Especiales S.A.S. (Empres S.A.S.) para generar valor agregado y que consiste en varias unidades estratégicas, entre las que se encuentran: “Café Especial Del Bosque” y “BUENTUR” (BuenaVista Turística) (figura 2).

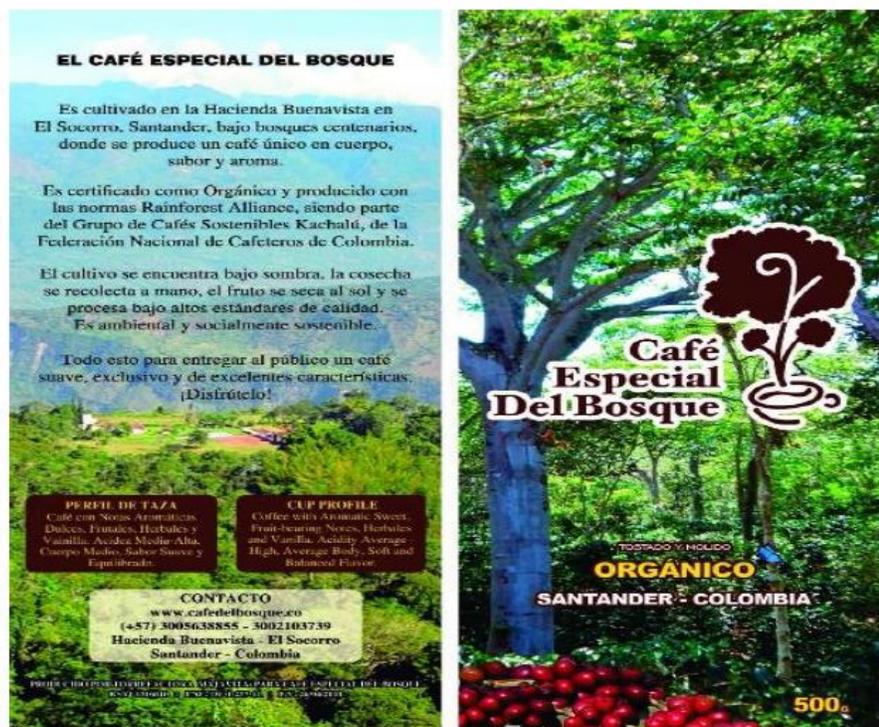


Figura 2. Valor Agregado Café Especial del Bosque. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: Implementador 1).

Actualmente, los propietarios del SAF pertenecen a un mismo núcleo familiar, padre, madre e hijo, todos cuentan con estudios de educación superior en distintos niveles y demuestran una constante tendencia hacia el aprendizaje continuo y la innovación para generar valor agregado a su proceso productivo. Sus dos trabajadores principales cuentan con niveles de escolaridad hasta primaria, pero al igual que los propietarios, suman muchos años de experiencia en el manejo del SAF (Camargo *et al.*, 2020). Así mismo, acceden a asesorías por parte del Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC) y del Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA), desde la Secretaría de Agricultura de la Alcaldía Municipal del Socorro.

2.2 Finca los Ángeles (FLA)

La FLA está ubicada en la vereda El Diamante, dentro de la división jurídico-administrativa del municipio de Venecia, departamento de Cundinamarca, Colombia. Venecia, limita al norte con el municipio de Pandí, al noreste con San Bernardo, al sur con Cabrera, y al oeste con Icononzo (departamento del Tolima). Pertenece a la Provincia del Sumapaz, de la región centro-oriente de Colombia, la cual cuenta con 1.059 hectáreas de páramos (93,4% del ecosistema) y 75,2 hectáreas de humedales, sin bosque seco tropical o manglares (Alcaldía Municipal de Venecia, 2020; Guevara, 2021).

La finca, cuenta con acceso en servicio público y privado de transporte por su cercanía a la carretera secundaria Pandí – Venecia. Desde Bogotá D.C. se encuentra a cuatro horas aprox. (130 km) y del municipio de Melgar a hora y media (54 km). Su acceso al centro urbano más cercano está a cinco minutos (2 km) de Venecia. También, tiene ingreso por la carretera del páramo Sumapaz apta para vehículo 4x4.

La finca tiene una historiografía de más de 100 años que data de los años 20, puesto que la primera anotación en escritura es de 1923. Ya desde esa fecha se cultivaba café bajo sombra teniendo en cuenta los ecosistemas circundantes. Con el tiempo, se avanzó en el desarrollo de los beneficios otorgados a la producción agrícola y el manejo de sombra.

Desde 1994, se inició la adquisición del predio por parte de su propietario actual como parte de pago de obligaciones con el dueño anterior, hasta que, con el tiempo en un

proceso de compra y venta, se terminó de adquirir la totalidad de la finca en 2013 y comenzaron los procesos de tecnificación agrícola para crear la marca “Café Los Ángeles”.

Hoy en día, se ha consolidado como una finca organizada en SAF de aproximadamente 10 hectáreas no dispersas (figura 3), de tipo Agrosilvicultural (figura 4), pues combina “árboles con cultivos agrícolas en el mismo sitio...en forma de callejones, entre las hileras de los árboles...” (ONF, 2013, p. 4) y cuyo arreglo forestal contempla especies leñosas perennes (Somarriba, 2009).



Figura 3. Limite perimetral de la FLA. (Fuente: El Autor, 2022).

La zona de la finca responde a un clima de bosque húmedo premontano, con temperaturas entre los 14°C a 24°C, velocidad máxima de viento de 9,8 kilómetros por hora y con un promedio anual de lluvias entre los 1.000 a 2.000 mm. Su fisiografía, responde a la cuenca alta del río Sumapaz de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental, con vegetación tendiente a la hidrofilia por aumento del gradiente latitudinal y la humedad. Alimentado por

las vertientes del río Sumapaz, su paisaje circundante, es de mosaicos parcelados en los que predominan las áreas cultivadas, rastrojos altos y bajos, relictos de bosque nativo y cultivos en bosque intervenido. La principal actividad agropecuaria de la zona es el cultivo de plátano, café, cítricos, arveja, mora, tomate de árbol y uchuva en partes altas (Alcaldía Municipal de Venecia, 2020; 2022).



Figura 4. Sistema Agrosilvicultural. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

La finca posee siete lotes en producción junto a distintas instalaciones forestales, con aproximadamente 12.000 mil plantas de café. Sus fuentes hídricas internas son nacimientos, cañadas y una quebrada con la que colinda. Se han identificado tres tipos de tierra: tierra negra, gredosa y arcillosa y su relieve, está compuesto por montañas y lomas (Anexo Q).

En la producción de café, no se utilizan elementos de síntesis química. Es de “Tipo Origen”, pues se considera que su calidad se desarrolla gracias a su ubicación geográfica y responde al manejo de factores ambientales y culturales específicos. Por ello, su producto “Café Los Ángeles” (figura 5) cuenta, entre otros, con el sello distintivo de Denominación

de Origen (DO) que garantiza a clientes y consumidores el cumplimiento de los procesos y los requisitos de calidad asociados con dicha denominación.



Figura 5. Valor Agregado Café Los Ángeles FLA. (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: Guevara, 2021).

La finca, tiene acceso a servicios públicos de agua y luz, pozo séptico y gas por pipeta e internet. Los desechos orgánicos que genera la vivienda principal se usan como abono y los inorgánicos se clasifican para su reciclaje. Actualmente, cuenta con asesorías directas para mejora en la producción de café por parte del Servicio de Extensión de la FNCC de Colombia.

El día de hoy, los implementadores del SAF pertenecen a un mismo núcleo familiar, padre, dos hijos y tío, cada uno con roles específicos al interior del proceso y con distintos niveles de escolaridad. Junto a sus trabajadores más cercanos que aportan sus muchos años de experiencia en la producción de café.

Actualmente, se proyectan como una “escuela viva” y territorio de “bienestar” que, además de continuar con la mejora de sus procesos agrícolas, cuenta con la capacidad suficiente para implementar servicios “ecoturísticos” en torno a la generación de “bienestar” y que

pueda convertirse en una herramienta de aprendizaje y referente ambiental de su entorno por su vocación hacia la conservación del ecosistema.

3. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos frente a los agroecosistemas mayores (fincas) seleccionados, se abordó el estudio de caso desde una visión participativa e interdisciplinar utilizando una metodología mixta (figura 6) que contiene herramientas cualitativas y cuantitativas. Esto, permitió construir una visión ambiental y cultural del fenómeno (Melo, 2015; Córdoba, 2016; Lozano, 2019; Daza, 2020, León-Sicard, 2021; Quintero).

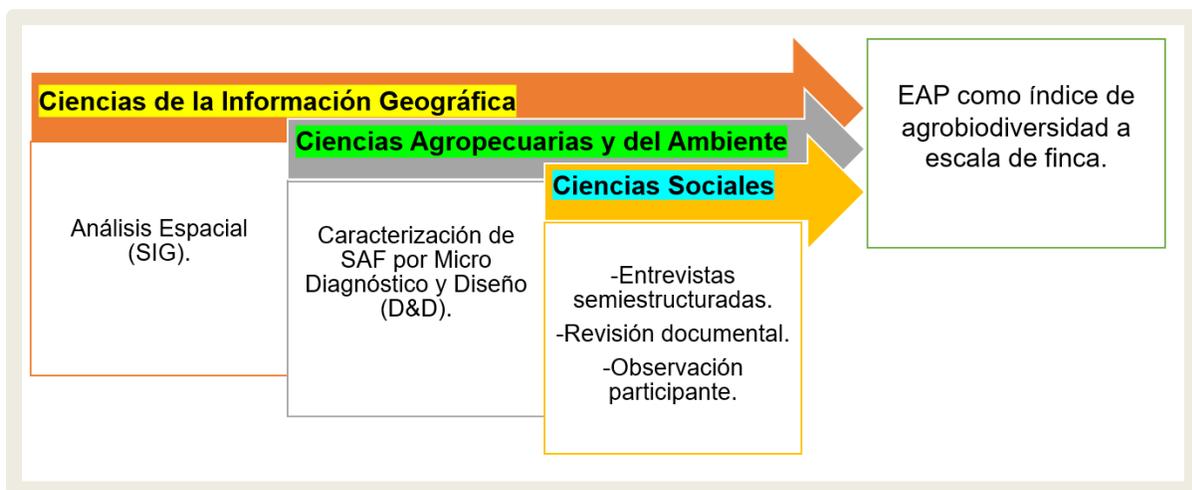


Figura 6. Metodología mixta propuesta. (Fuente: El Autor, 2022).

Por ello, se parte de la EAP como un índice de uso de la agrobiodiversidad a escala de finca, cuyos criterios ambientales y culturales fueron medidos y mapeados utilizando análisis espacial a partir de Sistemas de Información Geográfica (SIG), apoyado de un Micro Diagnóstico y Diseño (D&D) de los SAF y captación de información relevante para

cada criterio por medio de entrevistas semiestructuradas, revisión documental y observación participante.

3.1 La EAP como índice

La EAP es una herramienta cuantitativa para determinar, caracterizar e identificar los principales componentes de los SAF de los agroecosistemas mayores seleccionados pues, los criterios permiten identificar y determinar los atributos de agroecosistemas menores como unidades delimitadas dentro del agroecosistema (León-Sicard, 2021).

Por esto, se utilizó la EAP adaptada de los diez criterios de medición ecosistémicos y culturales propuestos por León-Sicard (2021) y Quintero *et. al.* (2022). Cada uno de ellos, con un propósito y un valor numérico específico.

A continuación, se muestra el indicador de evaluación de la EAP de los agroecosistemas mayores adaptado (León-Sicard, 2021; Quintero *et al.*, 2022). Cada criterio, muestra su indicador y propósito general (tabla 1). La valoración específica para cada criterio se realizó utilizando las tablas de valoración descritas en León-Sicard (2021).

Tabla 1. Criterios de Evaluación de la Estructura Agroecológica Principal (EAP).

| Criterio | Indicador | Propósito |
|--|---|--|
| 1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP) | Distancia de fragmentos de vegetación al centro de la finca (DFC) | Porcentaje de la distancia promedio entre fragmentos de vegetación natural ² al centro de la finca con respecto al punto más lejano del área de influencia. |
| | Distancia de cuerpos de agua al centro de la finca (DAC) | Porcentaje del promedio entre los fragmentos/manchas de vegetación natural en el área de influencia de la finca y su centro. |
| | Densidad de fragmentos y cuerpos de agua (D) | Porcentaje del área total cubierta por los fragmentos de vegetación y cuerpos de agua presentes en el área de influencia de cada finca |

² Vegetación natural se entiende como cualquier elemento que contiene “manchas de vegetación” y que puede ser visualizado por medio de las unidades de cobertura de la metodología CLC.

| Criterio | Indicador | Propósito |
|--|---|--|
| 2. Extensión de Conectores Externos (ECE) | ECE | Determinar el Porcentaje de la extensión lineal de las cercas vivas, presentes en el perímetro de las fincas. |
| 3. Extensión de Conectores Internos (ECI) | ECI | Determinar el Porcentaje de la extensión lineal de las hileras de vegetación, pero a nivel interno. |
| 4. Diversidad de Conectores Externos (DCE) | Riqueza de conectores externos (RCE) | Riqueza o número de especies vegetales en conectores de vegetación en el perímetro de la finca |
| | Estratificación de conectores externos (ECE) | Número de estratos verticales o clases diamétricas (pastoreo, herbáceo, arbustivo, arbóreo, emergente) en conectores de vegetación en el perímetro de la finca. |
| 5. Diversidad de Conectores Internos (DCI) | Riqueza de conectores internos (RCI) | Riqueza o número de especies vegetales en los conectores de vegetación en las divisiones internas de la finca que separan las áreas de producción. |
| | Estratificación de conectores internos (EsCI) | Número de estratos verticales o clases diamétricas (pastoreo, herbáceo, arbustivo, arbóreo, emergente) en conectores naturales y seminaturales en las divisiones internas de la finca que separan las áreas de producción. |
| 6. Usos del Suelo | US | Distribución porcentual de diferentes coberturas de uso de la tierra al interior de los agroecosistemas mayores. |
| 7. Prácticas de Manejo Agrícola y Ganadero | PMa PMg ³ | Prácticas ecológicas o convencionales de los sistemas productivos agrícolas o pecuarios presentes en cada finca. |
| 8. Prácticas de Conservación (PRC) | Prácticas de conservación del suelo (PCS) | Prácticas de conservación de suelos. |
| | Prácticas de conservación del agua (PCA) | Protección de fuentes de agua, captación y reciclaje de agua, análisis de calidad y prácticas complementarias. |

³ El indicador de Prácticas de Manejo Ganadero (Pmg), sólo se aplica a la Finca Buenavista (FBV) pues en el estudio de caso es la que implementa la cría de ganado en la organización del SAF.

| Criterio | Indicador | Propósito |
|---------------------------------------|---|--|
| | Prácticas de conservación de la biodiversidad (PCB) | Mantenimiento y enriquecimiento de hábitats, integración de animales importantes al sistema de producción. |
| 9. Percepción-Conciencia-Conocimiento | CON | Grado de claridad conceptual y conciencia de los productores respecto a la agrobiodiversidad. |
| 10. Capacidad para la Acción | CA | Capacidades y posibilidades de los agricultores para establecer, mantener o mejorar su EAP. |

(Fuente: León-Sicard, 2021, p. 33; Quintero, *et. al.*, 2022, p. 255).

Como resultado de la medición de estos criterios, se realizó una sumatoria utilizando la ecuación (ecuación 1) propuesta por León-Sicard (2021) y que junto a la interpretación propuesta por el mismo autor (tabla 2), dio como resultado el nivel de desarrollo de la EAP y proporcionó la caracterización de los principales componentes de los SAF de las fincas seleccionadas.

$$EAP = CEEP + ECE + ECI + DCE + DCI + US + PMa, PMg + PRC + CON + CA$$

Ecuación 1. Ecuación para medir EAP.

Tabla 2. Tabla de interpretación de la Estructura Agroecológica Principal.

| Valor numérico | Interpretación |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 91 – 100 | Completamente Desarrollada |
| 81 – 90 | Muy Fuertemente Desarrollada |
| 71 – 80 | Fuertemente Desarrollada |
| 61 – 70 | Moderada a Fuertemente Desarrollada |
| 51 – 60 | Moderada |
| 41 – 50 | Moderada a Ligeramente Desarrollada |
| 31 – 40 | Ligeramente Desarrollada |
| 21 – 30 | Débilmente Desarrollada |
| 11 – 20 | Muy Débilmente Desarrollada |
| < 10 | Sin estructura |

(Fuente: León-Sicard, 2021, p. 54-55).

El área de influencia (AI) total de los agroecosistemas mayores a evaluar frente a su entorno ambiental y cultural, se debe determinar según cada caso particular. En general, la literatura propone “definir o dibujar un círculo cuyo radio mida el doble del lado más largo de la finca ... Al área así calculada, se le resta la propia superficie de la finca” (León-Sicard, 2021, pág. 52).

Sin embargo, si se entiende que el paisaje es “la materialización en el espacio físico y cultural de las relaciones que los habitantes tejen con el espacio que habitan y/o transitan,” (Barrera, 2013, p. 2), para el estudio de caso propuesto, se trata de ampliar el AI a evaluar, por lo que se traza un círculo partiendo del centro del agroecosistema mayor y cuyo radio mide el doble del lado más largo de la finca, sin restar la superficie de la finca (figura 7). Esto debido a que, se trata desde una visión del análisis del paisaje de ampliar la matriz ambiental a ser evaluada para cada finca, en un esfuerzo por abarcar el mayor tipo de interacciones entre los elementos biofísicos (matriz biofísica) y culturales (Folch & Bru, 2017).

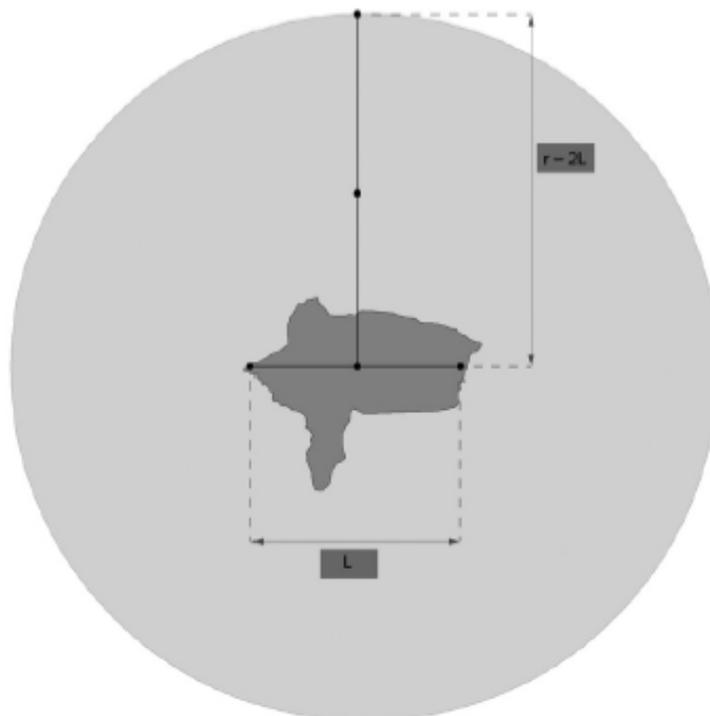


Figura 7. Ejemplo de la determinación del área de influencia para el caso de estudio. (Fuente: Quintero et. al., 2022, p. 259).

Así también, la ampliación del AI para cada finca (figura 8) permite profundizar sobre la relación entre la EAP de los agroecosistemas mayores (León-Sicard & Cepeda-Valencia, 2015), el sustento de las funciones ecológicas de la matriz biofísica y la homeostasis paisajística, entendida como el mecanismo de autorregulación del sistema territorial⁴ para recuperar la estabilidad frente a agentes externos o disfunciones internas (Folch & Bru, 2017; Aponte *et al.*, 2022). Así mismo, el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para medir la EAP de las fincas seleccionadas, alienta a una ampliación del estudio por su potencial para manejar una extensa variedad de datos.

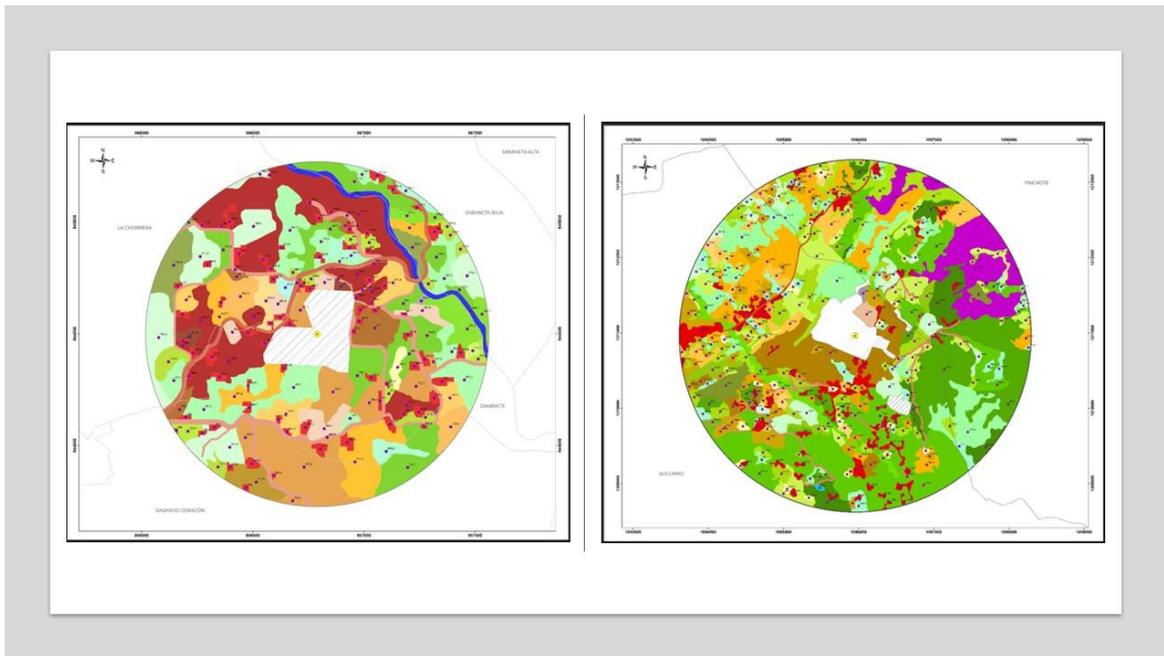


Figura 8. Área de Influencia (AI) para cada finca. Izquierda: FLA (Venecia, Cundinamarca) 177 ha. Derecha: FBV (El Socorro, Santander) 1664 ha. (*Fuente:* El Autor, 2022).

A partir de esto, para el criterio de la **Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP)**, se valoró (tabla 3) en el área de influencia de cada finca, la distancia que existen entre las manchas de vegetación, cuerpos de agua y sus porcentajes de área cubiertos (Anexo R) (Anexo S). Para ello, se utilizaron tres indicadores: (a) Distancia de

⁴ Según Folch & Bru (2017, pág. 54): “La visión sistémica del territorio implica abandonar los procesos de mera yuxtaposición de los sistemas (urbano, productivo, de comunicaciones, energético...), lo que conlleva una nueva visión estratégica y planificadora de los flujos, de las relaciones, de los bordes y de las superposiciones”.

fragmentos de vegetación al centro de la finca (DFC), (b) Distancia de cuerpos de agua al centro de la finca (DAC) y (c) Densidad de fragmentos y cuerpos de agua (D) (León-Sicard, 2021).

El objetivo principal de este criterio es comprender la relación de las fincas con sus “entornos ecosistémicos inmediatos...mediados por las coberturas vegetales y los cuerpos de agua” (León-Sicard, 2021, p. 75), pues se reconoce la importancia de “la presencia de bosques o de relictos de bosques que actúan como un corredor biológico estimulando la conectividad del agroecosistema” (Cleves-Leguízamo, 2018, p. 122).

Para la CEEP (Anexo R) (Anexo S) en el caso propuesto, se lograron identificar distintos tipos de coberturas vegetales y cuerpos de agua, a partir de las siguientes leyendas (unidades de cobertura): cuerpos de aguas superficiales, ríos, cultivos transitorios, cultivos de plátano, cultivos permanentes arbóreos, cultivos permanentes arbustivos, cultivos de café, cultivos de aguacate, SAF - café y/o árboles y/o plátanos, pastos limpios, pastos enmalezados, pastos arbolados, mosaicos de pastos y cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos, bosque denso alto de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque de galería y ripario, herbazal denso de tierra firme no arbolado, herbazal denso de tierra firme arbolado, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal abierto, herbazal abierto arenoso, arbustal denso alto, arbustal abierto y vegetación secundaria alta, pastos degradados (IDEAM, 2010).

Frente a lo anterior, es importante entender que el alcance que se le dio en la investigación a la metodología Corine Land Cover (CLC) (explicada más adelante) no posibilita hacer una lectura completa de la composición ecosistémica de las “manchas de vegetación” y “cuerpos de agua superficiales” y su influencia en el ambiente. Por ejemplo, impide conocer el tipo de conectores naturales del AI frente a los agroecosistemas, pues según la literatura no es lo mismo que los conectores naturales estén compuestos por hileras de especies arbóreas de baja densidad sin presencia de especies herbáceas y de matorrales o por bosques estratificados de alta densidad. También, CLC deja por fuera muchos de los elementos culturales que determinan la composición del paisaje de las AI. (Odum & Barrett, 2005; León-Sicard, 2021).

Tabla 3. Tabla de valoración de indicadores de la Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje.

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------|---|--------------------------|-------|
| DFC | Distancia promedio entre los fragmentos de vegetación presentes en el área de influencia (AI) y el centro de la finca. | Alto: 20%-30% | 10 |
| | | Medio-alto: 31%-40% | 8 |
| | | Medio: 40% - 60% | 6 |
| | | Medio-bajo: 61%-80% | 3 |
| | | Bajo: >= 81% m | 0 |
| DAC | Porcentaje del promedio entre los cuerpos de agua presentes en el área de influencia (AI) y el centro de la finca. Respecto del radio del AI. | Alto: 20%-30% | 10 |
| | | Medio-alto: 31%-40% | 8 |
| | | Medio: 40% - 60% | 6 |
| | | Medio-bajo: 61%-80% | 3 |
| | | Bajo: >= 81% m | 0 |
| D | Porcentaje del área total cubierta por los fragmentos de vegetación y cuerpos de agua presentes en el área de influencia de cada finca. | Muy grande: 81% -100% | 10 |
| | | Grande: 61% -100% | 8 |
| | | Mediano: 41% -60% | 6 |
| | | Bajo: 21% - 40% | 3 |
| | | Muy Bajo: 0% - 20% | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021, p. 79).

Posteriormente, según cada indicador y para su cálculo final, se utilizaron las siguientes ecuaciones (tabla 4) procesadas en Excel:

Tabla 4. Tabla de ecuaciones utilizadas en el cálculo de la Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje.

| Etiqueta | Propósito | Ecuación | Simbología |
|---|-----------|------------------------------------|--|
| Ecuación 2. Distancia de fragmentos de vegetación. | DFC | $DFC = \frac{\sum_1^m DFD_i/m}{r}$ | <p>DFD = Distancia de fragmentos de vegetación.</p> <p>DFD_i = Distancia del fragmento tipo i al centro de la finca.</p> <p>m = Número de fragmentos.</p> <p>r = Radio del área de influencia medido desde el centro de la finca.</p> |
| Ecuación 3. Distancia de cuerpos de agua. | DAC | $DAC = \frac{\sum_1^n DAC_j/n}{r}$ | <p>DAC = Distancia de los Cuerpos de Agua al Centro de la finca.</p> <p>DAC_j = Distancia del Cuerpo de Agua tipo j al Centro de la finca.</p> <p>n = Número de cuerpos de agua.</p> |

| Etiqueta | Propósito | Ecuación | Simbología |
|---|-----------|--|--|
| Ecuación 4. Densidad | D | $D = \frac{\sum_1^m AF_i + \sum_1^n AA_j}{AI} * 100$ | <p>r = Radio del área de influencia medido desde el centro de la finca.</p> <p>D = Densidad de fragmentos de Vegetación y Cuerpos de Agua.</p> <p>AF_i = Área de Fragmentos tipo i.</p> <p>AA_j = Área de Cuerpos de Agua tipo j.</p> <p>AI = Área de influencia.</p> |
| Ecuación 5. Ecuación para medir CEEP | CEEP | $CEEP = \frac{DFC + DAC + D}{3}$ | <p>$CEEP$ = Conexión con la estructura ecológica principal del paisaje ecológico.</p> |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

A continuación, se procede a interpretar los resultados según la siguiente tabla (tabla 5) de valoración propuesta por León-Sicard (2021).

Tabla 5. Categorías de evaluación para la conectividad de las fincas con la estructura ecológica principal del paisaje.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--|--|------------------------------|-------|
| Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje | Conexión del agroecosistema mayor con los elementos del paisaje circundante que componen la estructura ecológica principal (EEP) | Conexión con la EEP muy alta | 10 |
| | | Conexión con la EEP alta | 8 |
| | | Conexión con la EEP media | 6 |
| | | Conexión con la EEP baja | 3 |
| | | Conexión con la EEP muy baja | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021; Suárez, 2022).

Frente al criterio de la **Extensión de Conectores Externos** (ECE), el cálculo de las longitudes de las cercas vivas externas se extrae del análisis de coberturas de cada finca por CLC (Anexo V) (Anexo W), representado en leyendas de “cercas vivas”, pero por los tipos de SAF, también están contenidas dentro de los distintos niveles que componen la categoría de “bosques y áreas seminaturales” y “territorios agrícolas” debido a que muchas de ellas hacen parte de ecosistemas más extensos. Para el cálculo se sigue la ecuación (ecuación 6) propuesta por León-Sicard (2021) procesada en Excel.

Así mismo, para el reconocimiento de estas condiciones, se realizó un recorrido por los perímetros de ambas fincas junto a los implementadores, donde se pudo observar, junto a los vuelos de dron y los ortomosaicos su estado actual, más adelante se describirá el proceso metodológico seguido para el análisis espacial.

$$ECE = \frac{\sum_1^n(LCV_i)}{PF} * 100$$

Ecuación 6. Ecuación para medir ECE.

Donde,

- LCV_i = Longitud de cada conector i con vegetación
- PF = Perímetro de la finca
- ECE = Extensión de conectores externos

Una vez procesados los cálculos, se valoran según las categorías de evaluación (tabla 6) propuestas por Cleves-Leguízamo (2018) y León-Sicard (2021) y se procede a su análisis frente a los SAF.

Tabla 6. Categorías de evaluación para la Extensión de Conectores Externos.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---|---|---|-------|
| ECE Extensión de Conectores Externos | El porcentaje de la extensión linear de conectores de vegetación (cañadas, fragmentos, cercas vivas, cortinas rompe vientos y/o setos) en el total del perímetro de la finca. Se evalúa como la relación entre los conectores con vegetación del perímetro con respecto al total del mismo. | Perímetro continuo 75%-100% | 10 |
| | | Perímetro moderadamente continuo 50%-75% | 8 |
| | | Perímetro discontinuo 25%-50% | 6 |
| | | Perímetro fuertemente discontinuo 12%-25% | 4 |
| | | Perímetro extremadamente discontinuo <12% | 2 |

(Fuente: Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021).

En relación con la **Extensión de Conectores Internos (ECI)**, se elige la vegetación que representa los conectores al interior de cada SAF y se utilizan los distintos elementos que arroja el análisis espacial para realizar las métricas y cálculos necesarios que son visualizados (Anexo V) (Anexo W) en leyendas por CLC según los niveles de: cercas vivas, sistemas agroforestales, vegetación secundaria alta, arbustal denso alto, bosque fragmentado con vegetación secundaria, vegetación secundaria alta, bosque nativo, cuerpos de agua artificiales, herbazal denso de tierra firme con árboles (IDEAM, 2010).

Para el cálculo e interpretación se sigue la ecuación (ecuación 7) y la tabla de valoración (tabla 7) propuesta por León-Sicard (2021) y Cleves-Leguízamo, (2018).

$$ECI = \frac{\sum_1^m(LCVI_j)}{LDI} * 100$$

Ecuación 7. Ecuación para medir ECI.

Donde,

- $LCVI_j$ = Longitud de cada división interna j que es conector de vegetación
- LDI = Longitud total de divisiones internas
- ECI = Extensión de conectores internos

Tabla 7. Categorías de evaluación para la Extensión de Conectores Internos.

| Criterio | Descripción | Interpretación | Valor |
|----------------------------------|---|------------------|-------|
| ECI | Porcentaje de extensión lineal de conectores de vegetación sobre el total de la longitud de las divisiones internas de la finca, que separan áreas productivas. | Muy alta 75-100% | 10 |
| Extensión de Conectores Internos | | Alta 50%- 75% | 8 |
| | | Mediana 25%-50% | 6 |
| | | Baja 12% -25% | 4 |
| | | Muy baja <12% | 2 |

(Fuente: Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021).

Estos elementos, se reconocieron con ayuda de los implementadores, las imágenes de dron y los ortomosaicos. También, se hizo un recorrido a los 18 sectores divididos de la FBV y los 11 de la FLA, donde se tomaron medidas de alturas arbóreas, datos de ubicación geoespacial para corroborar por CLC, se confirmaron distancias y se reconocieron los estados actuales de las divisiones internas que presentan vegetación.

Frente a la **Diversidad de Conectores Externos** (DCE), el medir este criterio radica en la importancia de estos para prestar servicios ecosistémicos que van desde los aportes a la soberanía, seguridad y autonomía alimentaria, hasta la generación de alelopatías. Ello, porque se ha comprobado su contribución a la “producción, regulación de insectos y enfermedades, mejoradores de las condiciones de suelo, controles microclimáticos o bancos de germoplasma” (León-Sicard, 2014, p. 178).

Para medir la DCE, se acogió el método propuesto por León-Sicard (2021) y que incluye como indicadores la Riqueza de los Conectores Externos (RCE) (ecuación 8) y la Estratificación de los Conectores Externos (EsCE) (ecuación 9). Estos, utilizan el perímetro de la finca que está cubierto por vegetación y las longitudes de los conectores vivos

internos, cada uno con factores de ponderación propios (tabla 8) (tabla 9) para el procesamiento de las ecuaciones, hasta obtener la DCE final (ecuación 10) a ser calificada (tabla 10).

Para la RCE, se utiliza la ecuación (ecuación 8) propuesta por León-Sicard (2021).

$$RCE = \frac{\sum_1^n (LCV_r * R_r)}{LCV_{total}}$$

Ecuación 8. Ecuación para medir RCE.

Donde,

- LCV_r = Longitud del conector de vegetación con clasificación de riqueza tipo r.
- R_r = Ponderación de la riqueza tipo r (Tabla 14)
- n = Número de tipo de riquezas encontradas en el perímetro.
- LCV_{total} = Longitud del conector de vegetación total.

Por ello, aunque hay un reconocimiento de que la mayoría de los conectores externos e internos están asociados a ecosistemas altamente diversificados, un inventario de flora y fauna riguroso acarrearía la toma de muestras de material vegetal para ser analizadas en herbarios o por profesionales especializados (Cleves-Leguízamo, 2018; Suárez, 2022). Para el caso propuesto, se sigue lo propuesto por León-Sicard (2021) y se trazaron parcelas de uno a diez metros cuadrados distribuidos de forma aleatoria para hacer conteo de riquezas, donde su reconocimiento y estratificación se realizó en recorridos guiados acompañados por implementadores y recolectores para conocer sus nombres vernáculos. También, aunque se saben sus limitantes, se probaron apps para identificación de vegetación (explicadas más adelante).

Tabla 8. Ponderación de los niveles de riqueza en los conectores externos.

| Clasificación R_r | | Valor |
|---------------------|---|-------|
| R_{ma} | Riqueza muy alta: con diez o más especies. | 10 |
| R_a | Riqueza alta: entre seis y nueve especies. | 8 |
| R_m | Riqueza mediana: entre cuatro y cinco especies. | 6 |
| R_b | Riqueza baja: entre dos y tres especies. | 3 |
| R_{mb} | Riqueza muy baja: con una sola especie. | 1 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Para EsCE, se utiliza la ecuación (ecuación 9) propuesta por León-Sicard (2021).

$$EsCE = \frac{\sum_1^n (LCV_e * E_e)}{LCV_{total}}$$

Ecuación 9. Ecuación para medir EsCE.

Donde,

LCV_e = Longitud del conector de vegetación con clasificación de estratificación tipo e.

E_e = Ponderación de la estratificación tipo e.

LCV_{total} = Longitud del conector de vegetación total.

Tabla 9. Ponderación de la estratificación en los conectores externos e internos.

| Clasificación E_e | | Valor |
|---------------------|--|-------|
| E_{ma} | Estratificación muy alta: cinco o seis estratos. | 10 |
| E_a | Estratificación alta: cuatro estratos. | 8 |
| E_m | Estratificación mediana: tres estratos. | 6 |
| E_b | Estratificación baja: dos estratos. | 3 |
| E_{mb} | Estratificación muy baja: solo un estrato. | 1 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Para DCE final, se utiliza la ecuación (ecuación 10) propuesta por León-Sicard (2021).

$$DCE = \frac{(RCE + EsCE)}{2}$$

Ecuación 10. Ecuación para medir DCE

Tabla 10. Categorías de valoración para Diversidad de Conectores Externos y Diversidad de Conectores Internos.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------------------------------|---|---|-------|
| Diversidad de conectores externos | Promedio de la riqueza de especies y estratificación de hileras $(RCE + EsCE) / 2$ y $(RCI + EsCI) / 2$ | Conectores con muy alta riqueza y estratificación | 10 |
| | | Promedio entre 9 y 10. | |
| DCE y de conectores internos | | Conectores con alta riqueza y estratificación | 8 |
| | | Promedio entre 7 y 8. | |
| DCI | | Conectores con mediana riqueza y estratificación | 6 |
| | | Promedio entre 5 y 6. | |

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------|-------------|--|-------|
| | | Conectores con baja riqueza y estratificación Promedio entre 3 y 4. | 3 |
| | | Conectores con muy baja riqueza y estratificación Promedio menor que 2. | 1 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Así mismo, para apoyar lo anterior, se tomaron distintas medidas dasométricas (alturas y diámetros) para árboles de más de 1,5 metros; se georreferenciaron algunas especies importantes; se tomaron registros de luz, sombra, calidad del aire, suelo (pH, intensidad de luz a suelo y humedad), humedad relativa del ambiente y para la FLA se tomaron muestras de agua por su ecosistema de agua sobre el lindero. Esto, con la intención de hacer un acercamiento al estado actual de los ecosistemas frente a sus soportes generales y seguir profundizando en herramientas y formas de realizar estudios de EAP frente a los SAF. Un alcance más profundo en este punto requeriría de equipos certificados y la toma de muestras mediante guías y normas técnicas.

En relación con el criterio de la **Diversidad de Conectores Internos (DCI)**, podemos decir que la importancia de este indicador radica en que los conectores internos prestan servicios ecosistémicos que van desde el suministro de sombrío, albergue de flora y fauna y ornamentación hasta, el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables. Así mismo, se entiende que un “conector interno altamente funcional debería estar constituido por varios estratos e hileras de vegetación natural, incluyendo plantas con flores y otras que ofrezcan refugio, hábitat y alimentos a organismos benéficos para el agroecosistema” (León-Sicard, 2012, p. 112).

Por esto, siguiendo a León-Sicard (2021), al igual que para medir DCE, se utilizó la riqueza y estratificación, por lo que se miden los números de especies y estratos utilizando como indicadores: La Riqueza de Especies en los Conectores Internos (RCI) (ecuación 11) y la Estratificación de Conectores Internos (EsCI) (ecuación 12). Procesadas en software y que incluyen un factor de ponderación (tabla 8) (tabla 9) y valores de calificación (tabla 10). Así mismo, se utilizaron en los ejercicios de observación las mismas herramientas descritas anteriormente en parcelas para conteo y observación.

Para RCI, se utiliza la ecuación (ecuación 11) propuesta por León-Sicard (2021).

$$RCI = \frac{\sum_1^n (LCVI_r * R_r)}{LCVI_{total}}$$

Ecuación 11. Ecuación para medir RCI.

Donde,

$LCVI_r$ = Longitud de conectores internos con clasificación de riqueza tipo r.

R_r = Ponderación de la riqueza tipo r.

n = Número de tipo de riquezas encontradas en las divisiones internas.

$LCVI_{total}$ = Longitud de conectores internos totales.

Para ECI, se utiliza la ecuación (ecuación 12) propuesta por León-Sicard (2021).

$$EsCI = \frac{\sum_1^n (LCVI_e * E_e)}{LCVI_{total}}$$

Ecuación 12. Ecuación para medir ECI.

Donde,

$LCVI_e$ = Longitud de la división interna con vegetación con estratificación tipo e.

E_e = Ponderación de la estratificación tipo e.

$LCVI_{total}$ = Longitud de conectores internos totales

Finalmente, se usa la siguiente ecuación (ecuación 13) propuesta por León-Sicard (2021) y se evalúa,

$$DCI = \frac{RCI + EsCI}{2}$$

Ecuación 13. Ecuación para medir DCI.

Para el criterio relacionado con los **Usos del Suelo** (US), su importancia radica en visualizar la “intencionalidad de los propietarios para conducir la agrobiodiversidad hacia distintos fines económicos, ecosistémicos, sociales e incluso, simbólicos” (León-Sicard, 2021, p. 93). Es así como siguiendo al mismo autor, se utiliza la metodología CLC para conocer el porcentaje de área que es utilizado para potenciar la agrobiodiversidad, donde se entiende que los modelos de SAF construidos desde la agroecología son beneficiosos.

Por esto, sumado a los SAF como nivel de cobertura a identificar, se utilizaron las siguientes categorías: zonas verdes rurales, cercas vivas, cultivos transitorios, guadua,

pastos limpios, pastos enmalezados, pastos degradados⁵, mosaico de pastos y cultivos, bosque fragmentado con vegetación secundaria, plantación forestal, herbazal denso de tierra firme no arbolado, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal abierto, arbustal denso alto, arbustal abierto, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja, tierras desnudas y degradadas, tierras erosionadas, cuerpos de agua artificiales (IDEAM, 2010).

Las áreas fueron visualizadas para ambas fincas en dos mapas de cobertura relacionados al uso del suelo (Anexo X) (Anexo Y). Posteriormente se procesaron los datos en la ecuación sugerida (ecuación 14) por León- Sicard (2021) y se procedió a su calificación (tabla 11) y análisis.

$$US = \frac{\sum_1^n A_{ABj}}{A_F} * 100.$$

Ecuación 14. Ecuación para medir US.

Donde,

A_{ABj} = Área de usos tipo j que benefician la agrobiodiversidad.
 A_F = Área total de la finca.

Tabla 11. Descripción del criterio e indicador de Usos del Suelo.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------------------|---|---|-------|
| US Usos del Suelo | Favorables a la agrobiodiversidad en cobertura total | El 100% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles, agroforestales u otros (herbazales, matorrales, arbustales) | 10 |
| | Favorables a la agrobiodiversidad en cobertura muy alta | Entre el 75% y el 99% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles, agroforestales u otros (herbazales, matorrales, arbustales). | 8 |
| | Favorables a la agrobiodiversidad en cobertura media alta | Entre el 50% y el 74% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles, agroforestales u otros (herbazales, matorrales, arbustales) | 6 |

⁵ Se incluyen elemento degradados, erosionados, desnudos, pues junto a los implementadores se considera que no han perdido totalmente su capacidad ambiental. Esto si consideramos al suelo como "organismo vivo" desde la agroecología.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------|--|--|-------|
| | Favorables a la agrobiodiversidad en cobertura baja | Entre el 25% y el 49% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles, agroforestales u otros (herbazales, matorrales, arbustales) | 4 |
| | Favorables a la agrobiodiversidad en cobertura muy baja | Entre el 12% y el 24% de la finca está utilizada con policultivos o coberturas arbóreas en sistemas silvopastoriles, agroforestales u otros (herbazales, matorrales, arbustales) | 2 |
| | Desfavorables a la agrobiodiversidad en cobertura muy alta | La finca se utiliza principalmente en un tipo de cobertura (monocultivos o praderas) | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

En relación con el criterio de **Prácticas de Manejo Agrícola** (PMa), se adelantaron entrevistas y ejercicios de observación teniendo en cuenta los cuatro indicadores propuestos por León-Sicard (2021): Semillas (S), Preparación del Suelo (PS), Abonamiento (A) y Manejo Fitosanitario (MF), que incluye la referencia al manejo de arvenses. Cada uno con su propia tabla de calificación (Anexo G) y procesados en una ecuación (ecuación 15).

$$PMa = \frac{S + PS + A + MF}{4}$$

Ecuación 15. Ecuación para medir PMa

El resultado final, se analizó según las categorías de evaluación (tabla 12) propuestas por León-Sicard (2021).

Tabla 12. Descripción del criterio Prácticas de Manejo Agrícola.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------------------------|---|--|-------|
| Prácticas de Manejo Agrícola (PMa) | Prácticas de cultivo que benefician la agrobiodiversidad, en términos de semillas, preparación del suelo, abonamiento y manejo fitosanitario. | Sistemas cuyas prácticas de manejo favorecen la altamente la agrobiodiversidad, generalmente en ligados a sistemas de agricultura ecológica. | 10 |
| | | Sistemas con prácticas de manejo que favorecen moderadamente la agrobiodiversidad, pero no realizan algunas de las prácticas y son | 8 |

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------|-------------|---|-------|
| | | generalmente ligados a sistemas de agricultura ecológica. | |
| | | Sistemas cuyas prácticas favorecen ligeramente la agrobiodiversidad, generalmente ligados a sistemas en transición. | 6 |
| | | Sistemas que tienen algunas prácticas que favorecen la agrobiodiversidad, en procesos incipientes de transición. | 3 |
| | | Sistemas cuyas prácticas no favorecen la agrobiodiversidad, generalmente ligados a sistemas convencionales. | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

En cuanto al criterio de **Prácticas de Manejo Ganadero** (PMg), sólo aplica para la FBV y busca por medio de cinco indicadores: la Preparación del Suelo (PS), el Arreglo del Sistema (AS), la Rotación de Potreros (RP), el Manejo de Aguas (MA) y el Manejo Sanitario (MS), “determinar si el tipo de manejo sobre el agroecosistema es de tipo convencional o está guiado por principios agroecológicos” (Suárez, 2022, p. 27). Cada criterio tiene su propia tabla de clasificación (Anexo H) procesada en una ecuación final para su análisis (ecuación 16) (León-Sicard, 2021).

$$PMg = \frac{PS + AS + RP + MA + MS}{5}$$

Ecuación 16. Ecuación para medir PMg.

El resultado final, se analizó según las categorías de evaluación (tabla 13) propuestas por León-Sicard (2021).

Tabla 13. Descripción del criterio Prácticas de Manejo Ganadero (PMg).

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------------------------|--|--|-------|
| Prácticas de Manejo Ganadero (PMg) | Prácticas de manejo del hato ganadero que benefician la agrobiodiversidad, en términos de preparación del suelo, arreglo del | Sistemas cuyas prácticas de manejo favorecen altamente la agrobiodiversidad, generalmente ligados a sistemas de ganadería ecológica. | 10 |
| | | Sistemas con prácticas de manejo que favorecen moderadamente la agrobiodiversidad, pero no realizan algunas de las prácticas y son | 8 |

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------|--|---|-------|
| | sistema, rotación de potreros, manejo de aguas y manejo sanitario. | generalmente ligados a sistemas de ganadería ecológica. | |
| | | Sistemas cuyas prácticas favorecen ligeramente la agrobiodiversidad, generalmente ligados a sistemas en transición. | 6 |
| | | Sistemas que tienen algunas prácticas que favorecen la agrobiodiversidad, en procesos incipientes de transición. | 3 |
| | | Sistemas cuyas prácticas no favorecen la agrobiodiversidad, generalmente ligados a sistemas convencionales. | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Para apoyar el ejercicio de observación en estos puntos, se eligieron en ambas fincas lotes específicos en producción de café para, desde la agroforestería (Ospina, 2006; Farfán, 2014), poder identificar el estado actual del SAF. Para esto, se utilizaron conceptos sobre su establecimiento y manejo: muestras de sombra, alturas de árboles, estados de suelo, calidad del aire, identificación de especies por sus nombres vernáculos, georreferenciación de algunas especies y otros puntos, distancias de cultivo, densidad de siembra, estado del cultivo. También se hizo un acompañamiento a todo el beneficio del café hasta su entrega final. Frente a su componente ganadero se realizó acompañamiento a los procesos de manejo y circulación del ganado en la FBV.

En relación con el criterio de **Prácticas de Conservación** (PRC), se seleccionaron los tres indicadores propuestos por León-Sicard (2021): Prácticas de Conservación de Suelos (PCS), Prácticas de Conservación de Aguas (PCA) y Prácticas de Conservación de la Biodiversidad (PCB). Cada uno, con su propia tabla de evaluación (Anexo L) y procesada en una ecuación final (ecuación 17).

$$PRC = \frac{PCS + PCA + PCB}{3}$$

Ecuación 17. Ecuación para medir PC.

El resultado final, se analizó según las categorías de evaluación (tabla 14) propuestas por León-Sicard (2021).

Tabla 14. Descripción del criterio Prácticas de Conservación, calculado como un promedio de los indicadores PCS, PCA y PCB.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---------------------------------|---|--|-------|
| Prácticas de Conservación (PRC) | Prácticas de manejo y conservación de suelos, aguas y biodiversidad | Sistemas que incluyen entre 13 o más prácticas favorables a la conservación de suelos, aguas y biodiversidad, generalmente ligados a alguna categoría reconocida conservación. | 10 |
| | | Sistemas que incluyen entre 9 y 12 prácticas favorables a la conservación de suelos, aguas y biodiversidad. | 8 |
| | | Sistemas que incluyen entre 4 y 8 prácticas que favorecen la conservación de suelos, aguas y biodiversidad. | 6 |
| | | Sistemas que incluyen menos de 3 prácticas favorables a la conservación de suelos, aguas y biodiversidad. | 3 |
| | | Sistemas que no incluyen prácticas favorables a la conservación de suelos, aguas y biodiversidad, generalmente ligados a sistemas convencionales. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Frente al criterio de **Percepción-Conciencia-Conocimiento** (CON), su importancia radica en entender para ambas fincas las acciones simbólicas y visiones particulares que tienen los implementadores del SAF de forma individual o colectiva en torno a conocimientos y prácticas vinculadas al manejo y protección de la agrobiodiversidad. Teniendo en cuenta tres categorías “formales”: grado de claridad conceptual, importancia y beneficios, cuyos datos se toman por entrevistas a algunos de los implementadores y en el propio ejercicio del trabajo de campo en torno a la investigación. Esto, evaluado según las categorías de evaluación (tabla 15) propuestas por León-Sicard, (2021).

Tabla 15. Descripción del criterio Percepción-Conciencia-Conocimiento.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--|---|--|-------|
| Percepción-Conciencia-Conocimiento (CON) | Importancia, beneficios y claridad conceptual | Alto grado de conciencia ambiental y conocimiento del rol de la biodiversidad: los propietarios y/o administradores de la finca expresan tanto la importancia como los beneficios que perciben de la biodiversidad en sus agroecosistemas. Además, han adquirido conocimiento sobre las funciones de la agrobiodiversidad, bien sea por formación o experiencia. | 10 |
| | | Alto grado de conciencia ambiental y moderado conocimiento del rol de la biodiversidad. | 8 |

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------|-------------|---|-------|
| | | Moderado grado de conciencia ambiental y moderado conocimiento del rol de la biodiversidad. | 6 |
| | | Moderado grado de conciencia ambiental y desconocimiento del rol de la biodiversidad. | 3 |
| | | Bajo grado de conciencia ambiental y desconocimiento del rol de la biodiversidad. | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Con relación al criterio de **Capacidad de acción** (CA), se profundizó en el estudio de las condiciones materiales que determinan el desarrollo de los implementadores frente a las fincas seleccionadas, se acogió como indicadores “formales” los cuatro propuestos por León-Sicard (2021): Capacidad Económica y Financiera (CEF), Capacidad Logística (CL), Capacidad de Gestión (CG) y Acceso a Asistencia Técnica Agroecológica (AATA). Cada uno evaluado, siguiendo al mismo autor, según su propia escala de calificación (Anexo M) y procesado en una ecuación final (ecuación 18). Los datos son captados por entrevistas y en el desarrollo del ejercicio de la acción participante.

$$CA = \frac{CEF + CL + CG + AATA}{4}$$

Ecuación 18. Ecuación para medir CA.

El resultado final, se analiza según las categorías de evaluación (tabla 16) propuestas por León-Sicard (2021).

Tabla 16. Descripción del criterio Capacidad de Acción.

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--------------------------|---|---|-------|
| Capacidad de acción (CA) | Capacidad económica y financiera, Capacidad logística, Capacidad de gestión y Acceso a Asistencia técnica y capacitación | Muy alto nivel de capacidad de acción: el agroecosistema posee muy altos niveles en todos los factores de capacidad de acción para implementar la EAP | 10 |
| | | Alto nivel de capacidad de acción: el agroecosistema posee altos a muy altos niveles en todos o por lo menos en tres de los factores de capacidad de acción para implementar la EAP | 8 |
| | | Medio nivel de capacidad de acción: el agroecosistema posee medios a altos niveles en todos o por lo menos en tres de | 6 |

| Criterio | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------------|--------------------|---|--------------|
| | | los factores de capacidad de acción para implementar la EAP | |
| | | Bajo nivel de capacidad de acción: el agroecosistema posee bajos niveles en por lo menos tres de los factores de capacidad de acción para implementar la EAP | 3 |
| | | Muy bajo nivel de capacidad de acción: el agroecosistema posee bajos a muy bajos niveles en todos los factores de capacidad de acción para implementar la EAP | 0 |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

Por último, para determinar la EAP final de las fincas seleccionadas, se procede a hacer uso de la ecuación (ecuación 1) y la tabla de valoración (tabla 17) propuestas por León-Sicard (2021) para interpretar los resultados. Se utiliza un orden no ponderado de los indicadores por considerar que, para el caso propuesto, tanto los factores ambientales como culturales influyen de la misma forma en el desarrollo de la EAP.

Tabla 17. Tabla de valoración de EAP.

| Valor numérico | Interpretación |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 91 - 100 | Completamente Desarrollada |
| 81 - 90 | Muy Fuertemente Desarrollada |
| 71 - 80 | Fuertemente Desarrollada |
| 61 - 70 | Moderada a Fuertemente Desarrollada |
| 51 - 60 | Moderada |
| 41 - 50 | Moderada a Ligeramente Desarrollada |
| 31 - 40 | Ligeramente Desarrollada |
| 21 - 30 | Débilmente Desarrollada |
| 11 - 20 | Muy Débilmente Desarrollada |
| < 10 | Sin estructura |

(Fuente: León-Sicard, 2021).

3.2 Análisis Espacial en la medición de la EAP

Para apoyar la medición y mapeo de los criterios ambientales y culturales de la EAP de las fincas elegidas, desde las Ciencias de la Información Geográfica (Duckham, Goodchild, & Worboys, 2004) se realizó un análisis espacial (AE) con SIG como una herramienta que, desde su desarrollo por el geógrafo inglés Roger Tomlinson en 1966, se caracteriza por el uso de distintos sistemas y métodos que permiten adquirir datos geoespaciales de precisión para su almacenamiento, análisis, manipulación y representación. Así, se logra la comprensión de un fenómeno geográfico desde la unión de diferentes tipos de imágenes digitales y programas informáticos para representar distintas interrelaciones espaciales (Sarría, 2006; Nieto, 2016; Bajjali, 2018).

Frente al uso de SIG en estudios relacionados con la EAP, varios análisis han mostrado su potencial. León-Sicard (2021) establece que un análisis a profundidad de la EAP requiere de acceso a imágenes de percepción remota unidas a su interpretación por parte de profesionales y la comunidad, con el fin de hacer una lectura asertiva de los agroecosistemas mayores en torno al paisaje desde sus formas de producción y atributos ambientales.

Así también, Quintero *et al.* (2022) exploraron la capacidad de los drones en el mapeo de la EAP, por medio de una metodología de cinco fases (Fase I. Caracterización de área de estudio y actores principales. Fase II. Preparación de información espacial. Fase III. Captura de imágenes con drones. Fase IV. Mapeo participativo. Fase V. Evaluación de la EAP), determinando que las mediciones de la EPA requieren de escalamiento, desde la finca hasta su entorno paisajístico, por lo que la teledetección hasta las imágenes satelitales se convierten en herramientas indispensables.

Otros estudios realizados por Ponvert & Quan (2013), Diaz (2017), Burgos *et al.* (2019), Velandia (2020), CATIE (2021), María & Corraliza (2022) y Ruedas *et al.* (2022), establecen la importancia de la implementación de los SIG en la evaluación de los SAF tanto para el diseño, control y mantenimiento del sistema productivo, como para realizar mediciones y mapeos sobre los elementos ecosistémicos y culturales que lo componen. Ello, permite tomar decisiones de manera informada y precisa sobre el terreno.

Para el caso de estudio propuesto, el mapeo de la EAP con SIG de las fincas elegidas se realizó en tres fases (figura 9):

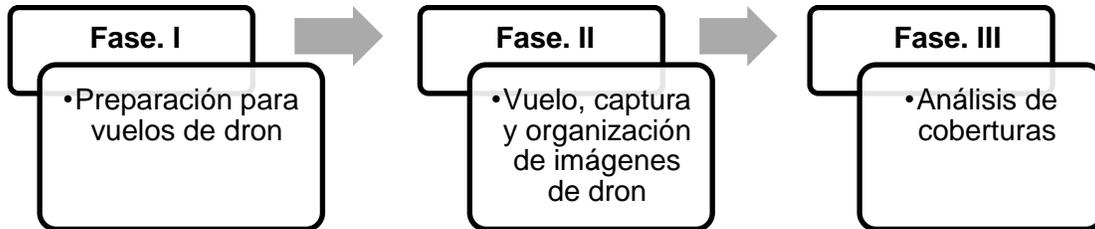


Figura 9. Fases de mapeo de EAP con SIG. (Fuente: El Autor, 2022).

3.2.1 Fase I. Preparación para vuelos de dron

En esta fase se confirmaron las coordenadas de ambas fincas en la herramienta Google Earth®. Posteriormente, se establecieron sus límites perimetrales por medio de Mobile Topographer Pro, que es una aplicación móvil desarrollada por StgrDev de topografía semiprofesional para coleccionar datos georreferenciados los cuales son exportados, entre otros, en formato Keyhole Markup Language (KLM) para su visualización. En la FLA se tomaron 60 puntos y para la FBV se tomaron 140 puntos.

Ello, en conjunto con los implementadores del SAF quienes acompañaron la toma de todos los puntos geográficos necesarios para el trazo correcto de los perimetrales (figura 10) y permitió un primer acercamiento a los conectores externos del agroecosistema mayor.



Figura 10. Acompañamiento de implementadores. Toma de puntos perimetrales. Izquierda: FLA (Venencia, Cundinamarca). Derecha: FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

3.2.2 Fase II. Vuelo, captura y organización de imágenes de dron

Una vez constatadas las coordenadas y trazados los perimetrales de cada finca, se procedió a realizar la planeación del vuelo y captura de imágenes por medio de vehículo aéreo no tripulado (dron). En esta fase, se contó con la participación del ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia y piloto de drones Juan Camilo Botero Londoño y su empresa LOND S.A.S., junto a los implementadores de los SAF que apoyaron en terreno la navegación para incrementar la precisión, corregir rutas y reducir riesgos durante el vuelo.

El tipo de dron utilizado fue un DJI Mavic 2 Pro-Drone Quadcopter) equipado con una cámara Hasselblad con sensor 1" CMOS de apertura variable F2.8/F11 que permite capturar imágenes aéreas de 20 megapíxeles y grabación de video en 4K con una autonomía de vuelo de hasta 30 minutos, alcance de 8 km y altura de vuelo de hasta 6.000 m.s.n.m. (Santamaría, 2018).

Para la captura de imágenes y de video, se realizaron tres vuelos por finca de forma cenital⁶, cada uno con una duración de 25 minutos. La navegación automática, se programó en la aplicación DJI GS Pro enlazada al dron por smathphone, entre lugares de referencia (waypoint) correspondientes a los puntos perimetrales en velocidad media, generando una toma aérea cada dos segundos para lograr una secuencia de fotografías por intervalo de tiempo (TimeLapse).

Una vez capturadas las secuencias fotográficas, el profesional por medio de programas especializados, corrigió la distorsión geométrica y realizó ajustes de las imágenes frente al balance de luz y color. Esto, hasta lograr las ortofotos que componen el ortomosaico⁷ final de cada finca. Para la FBV⁸ se generaron veinticinco ortofotos (figura 11 y 12) y en la FLA, seis (figura 13). Esta división también permitió un mejor uso de la información geográfica

⁶ Una toma cenital se refiere a aquella donde el eje óptico es paralelo al suelo.

⁷ Según el sitio web especializado mappa (2023), un ortomosaico es una imagen generada por la unión de ortofotos, que son fotografías tomadas y georreferenciadas por drones y que dan cuenta de la posición de los objetos capturados en su ubicación geográfica real.

⁸ Para la parte de La Aguada de la Finca Buena Vista no fue posible realizar vuelos de dron por problemas climáticos. Sin embargo, se utilizaron los puntos geográficos para lograr realizar el análisis CLC por imagen satelital.

al momento de realizar el AE de coberturas. Así mismo, se grabaron una serie de videos en cada finca para apoyar el análisis propuesto.

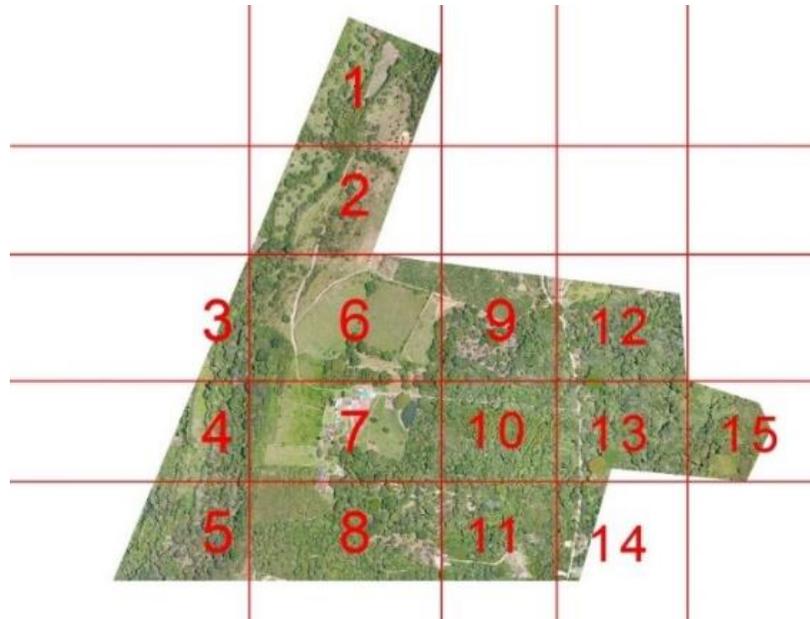


Figura 11. Ortomosaico 1. FBV (El Socorro, Santander). (*Fuente:* El Autor, 2022).



Figura 12. Ortomosaico 2. FBV (El Socorro, Santander). (*Fuente:* El Autor, 2022).



Figura 13. Ortomosaico. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

3.2.3 Fase III. Análisis de coberturas

En esta fase, se contó con la participación de las especialistas en SIG de la Universidad Nacional de Colombia, Linda Ximena Torres experta en Análisis Espacial y Pilar Velandia Díaz profesional en Geomática, quienes apoyaron el análisis geográfico durante toda la investigación. Así mismo, desde campo se contó con el apoyo de los implementadores del SAF para la verificación de datos y complementar el proceso de fotointerpretación.

Una vez obtenidas las ortofotos y el ortomosaico final de cada finca, se procedió a realizar un análisis de coberturas de la tierra por medio de la metodología Corine Land Cover (CLC) que fue creada por el programa CORINE (Coordination of Information on the Environment) en Europa 1990 (CLC90) y que fue reforzada en el año 2000 con la propuesta CLC2000 e Image2000. Tiene como propósito “la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica” (IDEAM, 2010, p. 9).

Esta metodología, fue adaptada para Colombia por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y permite por medio de cinco pasos, describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra (IDEAM *et al.*, 2008; IDEAM, 2010; IDEAM, 2020; Gutiérrez, 2021).

1. **Adquisición y preparación de la información:** para el caso propuesto, se utilizaron imágenes Basemap de librería ArcGIS (2018), bases de Google Earth® (2017), Imagen satelital de Sentinel 2 obtenida del Servicio Geológico de Estados Unidos (2019) (2020)⁹ y las ortofotos y ortomosaicos captadas por vuelos de dron (2022) durante la investigación.
2. **El procesamiento digital de las imágenes:** se realizó en el software SIG, ArcMap, desarrollado por Esri para ArcGIS Desktop, capaz de representar información geográfica como una colección de capas junto a distintos elementos que componen un mapa. Permite crear, visualizar, administrar y analizar datos geospaciales. También, trabajar con varios formatos de datos como mapas, imágenes, capas vectoriales y datos tabulares (ArcGIS, 2023).
3. **La interpretación:** algo característico de la metodología CLC es que se basa en la fotointerpretación supervisada y no en la clasificación automatizada, aunque ya se realizan estudios no supervisados hechos por los mismos softwares, como el caso del uso de Random Forest y Neural Network (Gutiérrez, 2021). Esta metodología, utiliza una leyenda jerárquica de clasificación en distintos niveles espaciales que contienen otros de detalle temático. El número de niveles depende de la calidad de las imágenes que se utilizan y de la escala requerida para el propósito del mapa (IDEAM *et al.*, 2008; IDEAM, 2010).

Aquí, las profesionales en SIG siguieron la adaptación para Colombia de la metodología, donde se establece la siguiente jerarquización: territorios artificializados, territorios agrícolas, áreas húmedas y superficies de agua (IDEAM, 2010).

4. **La verificación en campo y control de calidad:** junto a los implementadores del SAF y las expertas en SIG, se eligieron zonas pilotos principalmente al interior de las fincas para verificación de coberturas que generaron dudas en su identificación

⁹ Etiquetas: 1. RT_T18NXN_A029795_20221119T152859.
2.RT_T18NXN_A014637_20191225T152634.

y su delimitación, para ajustar la nomenclatura de los mapas (IDEAM *et al.*, 2008; IDEAM, 2010; IDEAM, 2020).

5. **La generación de la capa temática en escala 1:100.000:** con la información generada por los intérpretes, se obtuvieron coberturas (shapefiles), ensambladas en una base de datos geográfica (geodatabase), la cual permite homogenizar los objetos sobre mapas, garantizando distintos tipos de productos (IDEAM, 2010; IDEAM, 2020).

Existen algunos estudios que alertan sobre el reduccionismo de la metodología CLC en el mapeo de la EAP, pues no tienen en cuenta los criterios culturales que moldean un territorio y la clasificación sugerida invisibiliza los agroecosistemas como categoría de análisis (León-Sicard, 2021). Sin embargo, este mismo estudio también reconoce su potencial para análisis focalizados, apoyado por publicaciones donde CLC muestra su viabilidad para fortalecer el entendimiento de las fincas.

Entre otros, se reconoce la importancia de CLC en mapear EAP frente a temas relacionados con la distribución espacial del uso del suelo agroforestal (Ariza & Montejó, 2020), su estabilidad y dinamismo (Wanumen-Mesa *et al.*, 2020), el examen de sus servicios de abastecimiento, regulación y culturales, el cambio y uso de suelo o estimar la EAP como un criterio de conectividad agroecosistémica a partir de mapas a escala 1:100.000 generados por CLC (León-Sicard *et al.*, 2015); al introducir dentro de los niveles de análisis distintos tipos de agroecosistemas¹⁰ (Gómez, 2011).

¹⁰ En esta investigación se proponen como tipos de agroecosistemas a incluir en los niveles de la metodología CLC: silvopastorales, cultivos leñosos especializados (olivares, viñedos, frutales), red de vías pecuarias y pastizales asociados, matorrales, monte bajo pastado, pastizal mediterráneo pastizales de montaña, secano extensivo, estepas cerealistas, regadío extensivo, huerta tradicional, mosaico mediterráneo, policultivo atlántico, agricultura industrial, cultivos bajo plástico, regadío intensivo industrial, praderas artificiales, relacionados con las Clases Agronómicas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (MARM) de España.

Añadido a lo anterior, se encuentran propuestas que, desde los SIG, utilizan herramientas tecnológicas cada vez más poderosas que pueden profundizar sobre los elementos ecosistémicos y culturales que componen un SAF. Por ejemplo, CATIE (2021) propone el uso de misiones fotogramétricas automatizadas por Dron con la aplicación DJI Ground Station Pro-2.0 y el flujo de procesamiento digital con Agisoft Metashape Professional 1.7.3., para la generación de productos fotogramétricos como nubes de puntos, ortomosaicos y modelos de elevación digital, enfocado al análisis de SAF.

Sumado a lo propuesto por Diaz (2017), quien utiliza la georreferenciación y la interpolación para la identificación de parámetros de calidad de suelo de los SAF en comparación con sistemas convencionales agrícolas y Mongue, *et. al.*, (2020) que analizan el uso de SAF como estrategia de mejora del bosque seco tropical en el suroccidente de Colombia mediante el método de Dominio de Extrapolación integrado a SIG.

Como resultado de este proceso, se obtuvieron una serie de productos (tabla 18), mapas para cada agroecosistema mayor, con distintos objetivos a escala 1:100.000 que incluyen diferentes clasificaciones y mediciones requeridas para medir la EAP. Así mismo, puntos KLM y archivos geodatabase (GDB) que abarcan la información geográfica generada para posterior uso de sus implementadores sobre relieve en visores como Google Earth. Además, el análisis espacial arrojó distintos documentos (.xlsx) para lectura en Excel que contienen, entre otros, descripciones específicas de: áreas, distancias, leyendas, etiquetas y tipos de coberturas.

Tabla 18. Productos del Análisis Espacial de la Estructura Agroecológica Principal.

| Mapa | Cantidad | Archivo Excel | KLM | GDB | Etiqueta en documento |
|---|----------|---------------|-----|-----|----------------------------------|
| Mapas de cuencas hidrográficas - AI | 2 | N/A | N/A | ✓ | FBV: (Anexo I) FLA: (Anexo J) |
| Mapa de paisaje y relieve - AI | 2 | ✓ | OK | ✓ | FBV: (Anexo P) FLA: (Anexo Q) |
| Mapa de distancias. Coberturas de la tierra - AI | 2 | ✓ | OK | ✓ | FBV: (Anexo R) FLA: (Anexo S) |
| Mapa de distancias. | 2 | ✓ | OK | ✓ | FBV: (Anexo W) FLA: (Anexo V) |

| Mapa | Cantidad | Archivo Excel | KLM | GDB | Etiqueta en documento |
|--|----------|---------------|-----|-----|----------------------------------|
| Coberturas de la tierra de fincas | | | | | |
| Mapa de usos del suelo de fincas | 2 | ✓ | OK | ✓ | FBV: (Anexo X) FLA: (Anexo Y) |
| Mapa de Índice de vegetación de diferencia normalizada – NDVI ¹¹ – AI | 2 | ✓ | N/A | ✓ | FBV: (Anexo T) FLA: (Anexo U) |
| Mapa de Índice de vegetación de diferencia normalizada – NDVI de fincas | 2 | ✓ | N/A | ✓ | FBV: (Anexo O) FLA: (Anexo N) |

(Fuente: El Autor, 2022).

3.3 Caracterización de SAF frente a la EAP

Los SAF son una creación cultural orientada a la producción (Rocha & Mendieta, 2007) donde interactúan componentes bióticos (cultivos, árboles y/o animales) (Volens & Capirona, 2007) y culturales (tecnológicos, sociales, políticos y económicos) (CORPOICA, 2006) que tienden al equilibrio del agroecosistema (Rosset & Altieri, 2018).

Se pueden encontrar distintas formas de realizar un análisis de los SAF: la más aceptada se denomina Diagnóstico y Diseño (D&D) como metodología multidisciplinaria que, tanto a nivel micro como macro, permite, entre otros, describir y analizar el uso actual de suelo, restricciones de producción, factores causales e identificación de tecnologías agroforestales con el fin de proponer recomendaciones de mejora (CORPOICA, 2006; Ospina, 2006).

La metodología PAF (Planificación Agroforestal de Fincas) está basada en la D&D y suma elementos del FODA (Fortalezas, Oportunidades, Deficiencias y Amenazas) (Somarriva,

¹¹ Siguiendo a Paredes & Millano (2016) y Cima (2021) el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es utilizado para medir la biomasa fotosintéticamente activa, lo que se refleja en la sanidad de la vegetación.

2009). Por otra parte, hay estudios que incluyen modelos matemáticos para medir las entradas y salidas de energía que generan las interacciones entre los distintos componentes del SAF, por ejemplo, para realizar comparaciones entre modelos diseñados como monocultivos frente a arreglos agroforestales (Mendieta & Rocha, 2007) o medir el rendimiento forrajero de especies arbustivas (Vandré *et al.*, 2020).

Las anteriores metodologías requerirían contar con un grupo interdisciplinar, contemplar tecnologías SIG y tiempo suficiente para realizar mediciones y observaciones en campo para cumplir con los objetivos. Por esto, para las fincas propuestas, desde las ciencias pecuarias (INATEC, 2017) y del ambiente (Peña & Roldán, 2012) se realizó junto a los implementadores del SAF, una caracterización agroforestal general de los SAF a nivel de finca atendiendo el diagnóstico micro D&D propuesto en CORPOICA (2006) que busca “caracterizar y analizar en la unidad de análisis (finca) el sistema agroforestal, sus componentes y manejo, así como los beneficios económicos y problemática tecnológica del sistema” (CORPOICA, 2006, p. 20).

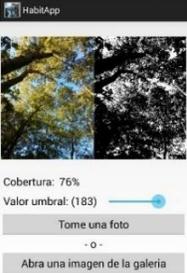
Dicho estudio, también advierte que a través de la historia dicha metodología ha demostrado mejores resultados si no se utiliza como una serie de procedimientos rígidos, sino adaptada a las capacidades y condiciones de campo propias de cada caso. No se trata de obtener verdades irrefutables, sino de profundizar en la comprensión de los factores ecosistémicos y culturales que inciden en el uso de la agrobiodiversidad a escala de finca. Por ello, para las fincas propuestas se realiza una micro D&D donde se buscó capturar y analizar: información socioeconómica y agroforestal.

1. **Información socioeconómica:** se obtuvo información relacionada con los implementadores del SAF, características generales de cada finca, usos productivos, posibles actores externos y perspectivas iniciales de implementadores.
2. **Información agroforestal:** se recogió información sobre el establecimiento de las especies forestales leñosas y no leñosas que interactúan en el cultivo, manejo del SAF, producción y comercialización.

Lo anterior, soportado en los productos generados en el análisis espacial por CLC, entrevistas semiestructuradas y ejercicios de observación soportados en toma datos agroclimáticos por medio de instrumentos tecnológicos y apps (tabla 19), durante el reconocimiento para ambas fincas, del estado actual de la sanidad de distintos cuerpos de agua internos, sus conectores internos y externos y el diseño del arreglo forestal en lotes elegidos, El Calapal (FBV) y el Bosque Chino (FLA). Estos datos también fueron útiles para la verificación en campo y control de calidad del AE.

Tabla 19. Instrumentos de medición y aplicaciones utilizadas para observación.

| Instrumento | Descripción | Datos agroclimáticos | Uso | Fabricante/ Distribuidor | Registro de instrumento |
|---------------------------------|---|--|-------|-------------------------------------|---|
| Soil Tester JHL9918 | Analizador electrónico digital de calidad de suelos multifuncional | -Luminosidad en suelo. -Temperatura del suelo. -pH. -Humedad de suelo. -Humedad Relativa del ambiente. | Suelo | Beijing JHL International Co., Ltd. |  |
| Medidor de calidad de aire JLDG | Detector de calidad de aire fino que adopta un módulo de detección electroquímica | -CO2. -TVOC. -HCHO. -Temperatura. -Humedad Relativa. | Aire | Kkmoon |  |
| Medidor de TDS&EC E-1 | Medidor de calidad de agua. Total de solidos disueltos (TDS). Electroconductividad (EC) y temperatura (T) | -TDS -EC -T | Agua | Saltón Verde S.L. |  |
| pH-metro | Medidor de ph para sustancia | - pH. | Agua | OEM |  |

| Instrumento | Descripción | Datos agroclimáticos | Uso | Fabricante/ Distribuidor | Registro de instrumento |
|------------------------|---|----------------------|-------------|-----------------------------|---|
| Luxómetro Ut383 | Medición de intensidad de luz | -Luxes | Luz | Uni-T |  |
| HabitApp | App para lectura instantánea de la cantidad de sombra. convierte las fotos en blanco y negro para calcular el porcentaje del valor de sombra (píxeles negros como porcentaje del total de píxeles). | -Sombra | Arbóreo | Scrufster |  |
| Arboreal | App para altura de árbol con tecnología AR para medir la distancia desde el árbol y el ángulo hasta la parte superior del árbol para obtener una estimación de su altura. | - Altura | Arbóreo | Arboreal AB |  |
| Mobile Topographer Pro | App para toma de puntos satelitales georreferenciados online y offline. | - Datos KLM | Cartografía | StgrDev |  |
| Clinometer 2.4 | App para medición de pendiente por inclinación de móvil. | -Pendientes | Relieve | PlainCode |  |

| Instrumento | Descripción | Datos agroclimáticos | Uso | Fabricante/Distribuidor | Registro de instrumento |
|---------------------|--|--|-------------|-------------------------|---|
| Brújula digital 2.2 | App para orientación y toma de altura. | -Coordenadas de orientación y altura m.s.n.m | Cartografía | Apps Wing |  |

(Fuente: El Autor, 2022).

3.4 Entrevistas semiestructuras y otras fuentes

3.4.1 Entrevistas

Para obtener información proveniente de los implementadores del SAF y otros actores, se tomó como base las entrevistas (González-Moro et al., 1993) realizadas de los años 2021 a 2022, bajo el Formulario de Diagnóstico de Fincas Agroforestales (Anexo A) propuesto por CORPOICA (2006) para consignar datos cualitativos y cuantitativos, dividido en secciones que a su vez están subdivididas en ejes temáticos:

1. **Sección 1. Información general:** actividad principal del productor, ubicación de la finca, área, cobertura y tenencia de la tierra, tipo de vivienda y servicios públicos en la finca, composición familiar, principal fuente de ingresos, condiciones biofísicas de la finca.
2. **Sección 2. Sistemas agroforestales:** descripción de SAF, nombre del SAF, componentes SAF, componente agrícola, componente pecuario.

Aunque se partió de un instrumento semirígido para recolectar información precisa, la realidad de la investigación hace que las entrevistas se conviertan en semirígidas o semiestructuradas. Esto, debido a que cuando se aplicó en campo, el ejercicio tomó forma de una conversación relacionada con temas específicos (Létourneau, 2009). Después de evaluar el instrumento en el formato (Anexo B) sugerido por Hernández *et al.*, (2014), se encontró que los entrevistados (tabla 20) presentaban mejor disposición a las “conversaciones semiabiertas” que permiten un mejor uso del lenguaje.

Tabla 20. Entrevistas de la investigación.

| Entrevistado/Institución | Relación | Rol |
|---|----------|--------------------------------|
| Implementador 1 | FBV | Administrativo/ propietario |
| Implementador 2 | FBV | Trabajador |
| Implementador 3 | FBV | Trabajador |
| Institución 1 Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). Regional Comunera | FBV | Contratista |
| Institución 2 Secretaría de Agricultura. Alcaldía Municipal del Socorro, Santander | FBV | Contratista |
| Implementador 4 | FLA | Administrativo/ propietario |
| Implementador 5 | FLA | Administrativo/ propietario |
| Implementador 6 | FLA | Administrativo |
| Institución 3 Alcaldía Municipal de Venecia, Cundinamarca. Apoyo a la Gestión Ambiental Municipal | FLA | Administrativo |

(Fuente: El Autor, 2022).

Las entrevistas¹² realizadas a los representantes de las instituciones se hicieron bajo preguntas abiertas (Hernández *et al.*, 2014) relacionadas con su rol frente al desarrollo de los SAF, por ejemplo: ¿cuál es el papel de la institución frente al desarrollo de los SAF?, ¿cuáles son las debilidades que encuentra para el desarrollo de los SAF en la zona?, ¿cuáles son las fortalezas de implementar SAF en la zona? O ¿cuál cree que son los beneficios de los SAF para la economía de la zona?

¹² Los nombres de los entrevistados a petición de las personas hacen parte de la reserva de la información que no puede ser registrada en el documento final, por lo que se le asignan etiquetas.

3.4.2 Observación participante y otras fuentes

Para intervenir como acompañante de los distintos procesos que se dan en los SAF (Létourneau, 2009) se realizaron tres visitas en cada finca, junto a otras informales para complementar la observación de distintas actividades durante el año 2021-2022. Esto, tanto como para aplicar los instrumentos descritos con anterioridad, pero también para participar de las jornadas relacionadas principalmente con el manejo de los SAF y el beneficio del café.

También como fuentes de alimentación de la investigación, sumado a la bibliografía propuesta, se revisaron distintos documentos propios de las fincas como: diarios de campo, registros de producción, investigaciones tipo tesis, documentos de planeación e inventarios de flora y fauna previos (Létourneau, 2009; Mazurek, 2012; Hernández et al., 2014).

4. Resultados

4.1 Estructura Ecológica Principal de los agroecosistemas seleccionados

Una vez analizados los resultados por medio de la ecuación (ecuación 1) y tabla de valoración propuesta (tabla 17). Para ambas fincas encontramos una EAP “muy fuertemente desarrollada” (tabla 21), pues posee una CEEP que les permite albergar fauna y flora, incrementar alelopatías y generar un sistema de soporte basada en la protección de servicios ambientales (regulación, sostenimiento, provisión y culturales).

También, porque sus conectores internos y externos poco discontinuos y diversos, no se basan en diseños de hileras de árboles sin estratificación, sino son ecosistemas adaptados a la sectorización del agroecosistema lo que incrementa la agrobiodiversidad, la protección de ecosistemas y el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (Córdoba, 2017; León-Sicard, 2012).

Tabla 21. Resultados de Estructura Agroecológica Principal. FBV (El Socorro, Santander) y FLA (Venecia Cundinamarca).

| Finca | CEEP | ECE | ECI | DCE | DCI | US | PMa | PMg | PRC | CON | CA | Resultado | Interpretación |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----------|------------------------------|
| FBV | 7,33 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 7,6 | 8,7 | 10 | 8 | 90,63 | Muy fuertemente desarrollada |
| FLA | 7,33 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | N/A | 8,7 | 10 | 8 | 83,03 | Muy fuertemente desarrollada |

(Fuente: El Autor, 2022).

Así mismo, el uso que hacen de sus suelos para diversificar las coberturas vegetales tiende a manejo y protección de la biota edáfica, lo que se denota en la sanidad de sus cultivos, poca erosión y mejora de sus propiedades físicas y químicas. Sumado a que, el manejo agrícola y pecuario favorece la actividad biológica de los suelos, protege los ciclos hídricos y las distintas manchas de vegetación y garantiza la producción sostenida de café de alta calidad en distintos valores agregados (Cortés, 2014; Suárez, 2022).

A esto se añade, la importancia de llevar a cabo prácticas para conservar, agua, suelos y biodiversidad, lo que aumenta, entre otros, la belleza escénica, aumenta la preservación de bienes naturales y servicios intangibles, por ejemplo, para uno de los implementadores de la FLA, abrazar en respiración profunda y con los ojos cerrados a ciertos árboles de la finca le genera una “sensación de bienestar” (figura 14). También, sus acciones simbólicas están relacionadas al reconocimiento de la importancia de proteger el ambiente para reducir las externalidades negativas de sus acciones.



Figura 14. Ejemplo de bienestar. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Aunque sus principales limitantes se relacionan con las condiciones históricas en las que están inmersos y que se reflejan en ausencia de procesos de calidad institucionales, buenas vías de acceso, disminución de mano de obra o aumento de insumos agrícolas, entienden que un alto grado de conocimiento sobre el manejo y cuidado de la agrobiodiversidad disminuye estas problemáticas pues además de generar cohesión colectiva, permite tomar decisiones basadas en información fiable (León-Sicard, 2012; 2014; 2021; León-Sicard & Cepeda-Valencia, 2015; Quintero *et al.*, 2022).

Esto, se ve reflejado en los resultados de NDVI realizados por CLC para el interior de las fincas y que arrojan resultados de “muy alto vigor” (0.79 - 0.99) tanto para la FLA (Anexo N) como FBV (Anexo O). Es decir que, poseen una biomasa fotosintéticamente activa lo que se refleja en la sanidad de la vegetación (Paredes & Millano, 2016; Cima, 2021).

Lo anterior, significa que las fincas poseen un gran potencial ecosistémico y cultural por su “alto grado de compromiso y conocimiento ambiental que se expresa en un agroecosistema diverso, con la totalidad de sus prácticas siguiendo procedimientos ecológicos y con una muy buena cobertura y diversidad de sus cercas vivas, internas y externas, y de su sistema...” (León-Sicard, 2021, p. 138-139). Pues, estimulan “las relaciones biológicas de complementariedad o de antagonismo” (Cleves-Leguízamo, 2018, p. 162), “con base en los saberes aprendidos y en el conocimiento de su entorno biofísico” (Cleves-Leguízamo, p. 185), lo que conlleva a que tengan modelos de producción que tienden a la tecnificación agroecológica y el reconocimiento del ambiente como sistema de soporte (Montagnini *et al.*, 2015; Rosset & Altieri, 2018).

4.2 Conexión con la estructura ecológica principal del paisaje (CEEP)

Los resultados de la conectividad de las dos fincas con su estructura ecológica principal se muestran en la tabla 22 y se visualizan en los mapas de distancias de coberturas de la tierra del AI de las FBV (Anexo R) y FLA (Anexo S), donde se identifican las funciones ecosistémicas de distintas manchas de vegetación, entre otras, relictos de bosques, arbustales y herbazales, en la protección de los ecosistemas (León-Sicard, 2021). También, se distingue que uno de los principales servicios ambientales que otorgan los SAF, el de restauración y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados al crear conectores que albergan distintos tipos de ecosistemas (Beer & Harvey, 2003).

Tabla 22. Resultados de criterios de Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje. FBV (El Socorro, Santander) y FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | DFC | Calificación | DAC | Calificación | D | Calificación | CEEP |
|--------------|--------------|---------------------|------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|
| FBV | Medio – alto | 8 | Medio | 6 | Medio - alto | 8 | 7,33 |
| FLA | Medio – alto | 8 | Medio | 6 | Medio - alto | 8 | 7,33 |

(Fuente: El Autor, 2022).

Con los resultados anteriores se concluye que tanto la finca FBV como FLA, tienen una conexión media entre el agroecosistema mayor y los elementos del paisaje, lo que quiere decir que tienen capacidad para generar “intercambios de organismos entre tales coberturas naturales, cuerpos de agua y cultivos” (León-Sicard, 2021, p. 55) por la presencia, entre otros, de bosques, herbazales, matorrales, quebradas y ríos que albergan fauna y flora (León-Sicard, 2021).

Lo anterior, puede deberse a las condiciones ambientales y geográficas en las que se encuentran ambas fincas. La FBV se encuentra en inmediaciones de la Serranía de los Yariguíes y FLA hace parte de la Región del Sumapaz áreas de protección importantes, entre otras razones, para la conservación de la biodiversidad, regulación del clima, articulación de conectores ambientales, aumento de belleza escénica, soporte de servicios ecosistémicos y desarrollo cultural (Pérez, 2023). Así mismo, las economías de sus entornos continúan siendo agrícolas (Alcaldía Municipal de Venecia, 2020; Alcaldía Municipal de El Socorro, 2020).

Sin embargo, la metodología CLC y los vuelos de dron, permitieron constatar que el paisaje ha sido fragmentado por distintas prácticas culturales desarrolladas en el AI, como el establecimiento de monocultivos, deforestación, desarrollo de infraestructura y falta de desarrollo de buenas prácticas agrícolas. Es así como para la FBV y FLA, aunque la mayoría de su AI está compuesta por coberturas vegetales¹³, el porcentaje restante se caracteriza por ser vivienda rural dispersa, zonas de explotación de materiales de construcción, desarrollo vial y tierras erosionadas.

¹³ FBV (87%) y FLA (85%)

Pese a lo anterior, la medición del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) del AI, que es un “indicador de la biomasa fotosintéticamente activa o, en términos simples, un cálculo de la salud de la vegetación” (EOS, 2020) permite concluir que, para ambas fincas (Anexo T) (Anexo U) su AI presenta en el 90% de su extensión según sus intervalos de medición¹⁴, medidas de “muy alto vigor” (0.79 - 0.99), “alto vigor” (0.71 - 0.79) y “medio vigor” (0.60 - 0.71).

Lo anterior, permite, entre otros, entrever la salud de la vegetación para este momento (2022) y la presencia de bosques con dosel de vegetación sano y denso y de vegetación dispersa de alto valor ecosistémico (Paredes & Millano, 2016; Cima, 2021).

4.3 Extensión de conectores externos (ECE) e internos (ECI).

Este criterio busca “medir los porcentajes ocupados por distintos tipos de vegetación en el perímetro de las fincas” (León-Sicard, 2020, p. 82), sin evaluar su diversidad. Está compuesto por un sólo indicador que lleva el mismo nombre (ECE) y resalta la importancia de tener cercas vivas como parte integral de la organización de los agroecosistemas por sus múltiples servicios ecosistémicos y culturales (León-Sicard, 2014).

Es importante aclarar que tanto la FBV como FLA, son agroecosistemas mayores con una historiografía ambiental de más de 100 años, donde sus procesos productivos en torno al café se han ido adaptando a su ecosistema circundante teniendo en cuenta prácticas de conservación. Por ello, sus arreglos forestales contienen distintas clases de vegetación, lo que dificulta en ciertos casos, diferenciar las “cercas vivas” internas y externas de otras partes del ecosistema. Ello, es más fácil cuando las especies arbóreas han sido sembradas en hileras y sus variedades son elegidas para objetivos específicos en un diseño agroforestal.

Esto no implica que los SAF de la FBV y FLA no evolucionen, pero los que se originan de transiciones desde otros modelos agrícolas hacen toda una planeación sobre un nuevo

¹⁴ Intervalos: -0.35 - 0.28 (Suelo desnudo o con poca vegetación), 0.28 - 0.46 (Muy bajo vigor), 0.46 - 0.60 (Bajo vigor), 0.60 - 0.71 (Medio vigor), 0.71 - 0.79 (Alto vigor), 0.79 - 0.99, (Muy alto vigor).

diseño agroforestal según su profundidad. Por ejemplo, si se desea trascender a modelos agroecológicos, se debe entender que: “la transición agroecológica es un proceso complejo y dinámico en el que se articulan distintas escalas (finca, comunidad local, territorio) y que se ve afectado por factores ecológicos, socioculturales, económicos, tecnológicos y políticos” (Sarandón & Flores, 2014, p. 414).

Según la tabla de valoración (tabla 6), los resultados (tabla 23) demuestran que ambas fincas presentan un perímetro moderadamente continuo (8) pues el “perímetro del agroecosistema mayor está rodeado con cercas vivas de especies nativas y/o exóticas” (Córdoba, 2017, p. 161) en más de un 50 %. Lo que permite contar con la posibilidad de albergar fauna y flora, contribuir en el control de plagas y enfermedades, mejorar las condiciones de suelo y aportar a los microclimas de los SAF (León-Sicard, 2014).

Tabla 23. Resultados de la Extensión de Conectores Externos. FBV (El Socorro, Santander). FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | Área | Perímetro total | Vegetación en perímetro | ECE | Calificación |
|--------------|-------------|------------------------|--------------------------------|------------|---------------------|
| FBV | 60 ha | 6604 m | 4622 m | 70% | 8 |
| FLA | 10 ha | 1462 m | 1000 m | 75% | 8 |

(Fuente: El Autor, 2022).

El uso de distintas especies vegetales en los entornos de los SAF seleccionados, presenta, entre otros, un “gran potencial productivo (fruta, forraje, leña, madera) además de diversificar el paisaje, controlar la erosión, promover la vida silvestre, fomentar el manejo biológico de poblaciones de insectos y acumular CO₂” (Ospina, 2006, p. 95). Existe poca discontinuidad entre las cercas vivas de los perimetrales. Por ejemplo, en la FLA la figura 15 muestra como su lindero presenta especies arbóreas de gran tamaño junto a vegetación circundante.

Por otra parte, el criterio para medir la ECI, buscó evaluar el porcentaje de la extensión lineal de las hileras de vegetación, pero a nivel interno (León-Sicard, 2021). Haciendo una distinción con elementos artificiales de división (alambres de púas, cercas de madera, etc.). Estas cercas vivas, conectan el agroecosistema entre sí y con sus entornos. Ello es importante pues si se cuenta con un ECI interconectada, es posible tener “una red

suficientemente densa para los fines de producción, sanidad, estabilidad y renovabilidad de los agroecosistemas” (León-Sicard, 2014, p. 180).



Figura 15. Parte de conector externo con vegetación. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Así mismo, para la FBV, en la figura 16 podemos denotar la presencia de relictos de bosque nativo y especies exóticas en su contorno.



Figura 16. Parte conector externo con vegetación. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

Una vez evaluados los resultados (tabla 24), tanto la FBV (figura 17) como la FLA (figura 18) presentan una ECI alta (8), lo que significa que entre el “50% y el 75% de las áreas internas del agroecosistema mayor están conectadas con cercas vivas o setos de especies nativas y/o exóticas” (Córdoba, 2017, p. 162).

Tabla 24. Resultados de la Extensión de Conectores Internos. FBV (El Socorro, Santander). FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | Área | ECI | Calificación |
|-------|-------|-----|--------------|
| FBV | 60 ha | 65% | 8 |
| FLA | 10 ha | 69% | 8 |

(Fuente: El Autor, 2022).



Figura 17. Ejemplo de conectores internos con cercas vivas. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

De esto, cabe resaltar que los implementadores reconocen a las divisiones con vegetación como una tecnología ambiental que data de hace mucho tiempo y que denota beneficios

para el control de plagas y enfermedades del café, la protección de cultivos, separación de infraestructura y para el caso de la FBV para sectorizar los lotes de rotación para el ganado.



Figura 18. Ejemplo de conectores internos con cercas vivas. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Así mismo, si se analizan desde la agroforestería, los implementadores apoyados por la investigación reconocen que las divisiones internas con presencia de vegetación pueden servir para distintos objetivos específicos al SAF: como cercas vivas pues proveen “servicios (refresco para animales, control de la erosión, potenciación de la micro y mesovida del suelo, diversidad paisajística, refugio y alimento para avifauna) y productos (forraje de corte, frutas, abonos verdes, madera y leña)” (Ospina, 2006, p. 53).

También, como barrera rompevientos¹⁵ porque siguiendo a este mismo autor, protegen a los agroecosistemas de la fuerza cinética del viento que genera erosión, como de los cambios de temperatura. Además, resguardan a los animales, a los cultivos y aumentan

¹⁵ Esta cualidad también fue reconocida para los conectores externos que presentan vegetación.

su producción, diversifican el paisaje, dan opciones de aprovechamiento maderable y no maderable, albergan fauna y flora y contribuyen a la captura de CO₂.

4.4 Diversificación de conectores externos (DCE)

Aquí cabe aclarar que los distintos actores, (implementadores, trabajadores y recolectores) de las dos fincas reconocen que sus conectores internos y externos pertenecen a ecosistemas más complejos pues no responden a aspectos como arreglos forestales de siembras en hileras sin estratificación, sino al mismo manejo del SAF en torno al ambiente. Por ejemplo, en la FLA, además de conocer la división de su propiedad en lotes, también la identifican por sus distintos ecosistemas interiores, alcanzando a identificar hasta cinco, relacionados con paisajes naturales de guadua, bosque de bambú verde, humedales, bosques y de agua. Así mismo, existen en la FBV divisiones marcadas por bosques en entornos similares.

Tanto la FBV como la FLA, poseen conectores externos con alta riqueza y estratificación (tabla 25), debido a que presentan entre otras, arbustos, herbazales, cedros, ceibas, robles, guamos, plátanos y en los linderos con ecosistemas de agua: bore, bijao, guaduas. También cabe resaltar la presencia de hongos y ciertas clases de flores. Así mismo, se registraron otras especies leñosas y no leñosas que aún no han sido identificadas.

Tabla 25. Resultados de Diversidad de Conectores Externos. FBV (El Socorro, Santander). FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | Área | Perímetro total | Calificación |
|-------|-------|-----------------|--------------|
| FBV | 60 ha | 6604 m | 8 |
| FLA | 10 ha | 1462 m | 8 |

(Fuente: El Autor, 2022).

Las dos fincas (figura 19 y 20), cuentan con una estratificación en la vegetación de sus conectores externos de por lo menos tres estratos: estrato bajo, estrato medio, estrato alto/dosel, pues se identificaron especies de tipo rasante <0.3 m, herbáceo: 0.31 – 1.5 m, arbustivo: 1.51 – 5 m y subarbóreo: 5.1-12 m (Cortés, 2003), incluso se podrían verificar para ciertos linderos la presencia de árboles de estrato superior.

Frente a los servicios ecosistémicos que pueden proveer los conectores externos a los SAF, se pudo observar en ambas fincas que su manejo favorece el control de microclimas, pues en las parcelas se pudo verificar cubrimientos de sombra a sus entornos entre el 60% al 80%. También se registró su capacidad para proteger los suelos con disminuciones de hasta 10°C entre la temperatura ambiente y la del suelo, humedad alta y diferencias entre la humedad relativa del ambiente y bajo sombra de un 10%.



Figura 19. Sector conector externo con estratificación de vegetación. FLA. (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Además, los ejercicios de observación también denotaron en las muestras de calidad de aire de los DCE, en tomas de 180 segundos, cargas de CO₂ de entre 385 ppm a 400 ppm, de TVOC¹⁶ muy pocas veces marcó 0.019 ppm y de HCHO¹⁷ se mantuvieron en 0, arrojando resultados cualitativos entre bueno – excelente. Para el caso de la FLA existe un conector externo donde se registraron alturas de árboles de hasta 15 m en torno a la

¹⁶ Compuestos Orgánicos Volátiles

¹⁷ Formaldehído

ronda de la quebrada, junto a arbustos y herbazales, Guadua, Bores, y Bijaos, con TDS¹⁸ de 0091 ppm, temperaturas entre 19°C – 22°C, pH de 5.5 a 6 y porcentaje de sombrío de 70% a 90%.



Figura 20. Sector conector externo con estratificación de vegetación. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

4.5 Diversificación de conectores internos (DCI)

Tanto la FBV como la FLA (figura 21), muestran resultados (tabla 26) con conectores internos con alta riqueza y estratificación, que albergan varias especies vegetales, entre seis y nueve. Así mismo, la estratificación de su vegetación presenta por lo menos tres estratos (Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022) incluyendo individuos de nivel arbóreo inferior: 12.1 – 25 m (Cortés, 2003). Se encontraron, entre otras, especies de palmas, guagua, guamos, caracolías, plátanos, bore, bijao, cedros, robles, arbustos y herbazales.

¹⁸ Total de Solidos Disueltos

Ello significa beneficios reconocidos como: protección de suelos, microclimas, mejora de cultivos, aprovechamiento de productos maderable y no maderables, protección de la fuerza cinética, captura de CO₂, albergue de fauna y flora.

También, en las FBV y FLA, se pueden encontrar ecosistemas completos relacionados en su mayoría con bosques, que proveen también beneficios culturales e inmateriales reconocidos por sus implementadoras en relación con¹⁹: mejora del paisaje, aprovisionamiento, identidad, bienestar físico y espiritual y como puntos estratégicos para el ecoturismo y el avistamiento de aves.



Figura 21. Sector conector interno con variedad de vegetación. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

¹⁹ Esto también se reconoció para DCE.

Tabla 26. Resultados DCI. FBV (El Socorro, Santander). FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | Área | Longitud de Conectores Internos | Calificación |
|-------|-------|---------------------------------|--------------|
| FBV | 60 ha | 5260 m | 8 |
| FLA | 10 ha | 3560 m | 8 |

(Fuente: El Autor, 2022).

En la FBV se reconoció un conector interno (figura 22) seminatural que sirve de unión entre distintos espacios del SAF, donde se pueden avistar aves de distintos tamaños incluidos patos y gansos, presencia de insectos, pastos saludables con vegetación de guagua, palmas y árboles, rodeado de una represa nadable donde en ciertas épocas se cultivan peces. Sirve de conexión a bosques, pasturas, división hacia infraestructura, sitio de esparcimiento y fortalece la belleza escénica. También, su recorrido registró sombras entre el 60% a 80% en distintos momentos del día y la noche, pH de suelo entre 4,5 a 6 en distintos sectores y disminución de temperatura ambiente en relación con los suelos.



Figura 22. Sector conector interno con variedad de vegetación y albergue de fauna no silvestre. FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

En el caso de la FBV, también se identificó el uso de conectores internos con árboles de ornamentación (figura 23) que dividen principalmente sitios de infraestructura y generan diversidad escénica (Montagnini *et. al.*, 2015a). Se pudieron observar, entre otras especies, pinos, palmas, arbustos florales y acacias. Así como la presencia de aves e insectos polinizadores.

En la FLA (figura 24), existe un ecosistema identificado como el “Bosque Chino” por sus implementadores, con paisaje de bambú verde, de vegetación densa y registro de altura de 10 a 12 m. Hace conexión interna hacia otros cultivos y ecosistemas y tiene un paso escénico de belleza natural hacia la casa principal. Mantiene sombras hacia los cultivos con registros entre en 60% a 70%, calidad de aire cualitativa entre buena-excelente por ausencia de TVOC y de HCHO, sus suelos circundantes se mantienen húmedos y gracias a su alta densidad sirve como barrera corta vientos.



Figura 23. Mosaico plantas ornamentales. FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).



Figura 24. Bosque chino. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

4.6 Usos del suelo (US)

Las dos fincas, como se puede ver en los mapas de usos del suelo (Anexo X) (Anexo Y), son favorables a la agrobiodiversidad en coberturas muy alta (8), pues tienen un porcentaje superior al 90% cubierto con SAF y otras capas de vegetación propicias para el ambiente del agroecosistema como, bosques, herbazales, matorrales, arbustales. Esto significa que las formas en que sus implementadores usan los suelos tienden a la protección contra la erosión, incrementan la materia orgánica, reciclan nutrientes, conservan y disponen de forma eficiente el agua, mejoran sus propiedades químicas y físicas y mantienen la biota edáfica (León-Sicard, 2021).

Para la FBV (Anexo C), el procesamiento de los resultados arrojados por el AE frente al US²⁰, muestra que el 94% de su agroecosistema está dispuesto para favorecer la

²⁰ Para ver el procesamiento completo de los usos del suelo remitirse para la FBV al Anexo C y para la FLA al Anexo D.

agrobiodiversidad. El restante, responde a territorios artificializados como vías, viviendas, instalaciones forestales, alambres de púas, muros y caminos de herradura. El indicador, nos muestra que, de ese porcentaje, el 47% es de SAF, 12% pastos limpios, 11% bosque fragmentado con vegetación secundaria y 5% herbazal denso de tierra firme con arbustos.

Para la FLA (Anexo D), un 95% del uso del suelo de su agroecosistema es favorable a la agrobiodiversidad, con porcentajes representativos en SAF (49%), bosque fragmentado con vegetación secundaria (31%) y vegetación secundaria alta (8%), entre otros. El 5% restante de su área total responde a vivienda, instalaciones forestales y caminos.

Aquí los ejercicios de observación junto a los implementadores denotaron que la división de lotes que poseen genera que el agroecosistema pueda llevar a cabo procesos agrícolas cuyo soporte es su agrobiodiversidad pues, trata de disminuir en la medida de lo posible los impactos negativos de actividades antrópicas sobre el ambiente, principalmente en los bosques, fuentes de aguas y suelos. Así mismo, se reconocen los beneficios que trae el SAF al proceso productivo, pues garantiza las condiciones ambientales necesarias para obtener productos con alto valor agregado.

4.7 Prácticas de Manejo Agrícola (PMA) y Prácticas de Manejo Ganadero (PMg)

Como se ha explicado a través del texto, la cultura es capaz de moldear el ambiente. Los sistemas productivos agrarios son fruto de distintos modelos de apropiación donde las consecuencias del impacto ambiental negativo que se genera dependen de las buenas o malas prácticas agrícolas en el manejo de sus distintos componentes.

La literatura ha reconocido los beneficios ambientales de tener un SAF que genera interacciones productivas de alto valor, afianza la identidad, mejora la calidad de vida del humano y su entorno, ayuda a la protección de los microclimas, mejora la calidad del café y permite mejorar la fertilidad del suelo de las plantaciones, con efectos "sobre plagas, enfermedades y sus agentes de control biológico" (Montagnini *et. al.*, 2015b). Ello, siguiendo al mismo autor, frente a los daños que pueden tener modelos de monocultivo y de alto uso de productos de síntesis química que ocasionan impacto sobre la biota por reducción y pérdida de especies, disminución de capacidad edáfica por alta labranza, bajo

aprovechamiento de productos maderable y no maderables, aumento de enfermedades humanas, y contaminación de fuentes aguas, entre otros.

Por esto, no basta con la identificación de capas por la metodología CLV, sino es necesario usar el criterio de PMA y PMg que permite “la descripción y valoración de las prácticas agropecuarias, ecológicas o convencionales, que se encuentran “detrás” de cada cobertura, es decir, que las justifican y las vuelven realidad” (León-Sicard, 2021, p. 98).

4.7.1 Prácticas de Manejo Agrícola. Finca BuenaVista y Finca Los Ángeles

La FBV tiene su organización productiva basada en un SAF de tipo agrosilvopastoril pues, su arreglo forestal está compuesto por especies leñosas perennes junto a forraje no leñoso para producción animal. De los dieciocho lotes en que se divide la finca, diez se encuentran en producción de café bajo sombra, con aproximadamente 150.000 plantas, junto a las instalaciones, maquinaria agrícola y capacidad humana que componen el beneficio²¹. Frente a la sombra, este SAF se clasifica, de acuerdo con Farfán (2014), como un policultivo tradicional²², en función a los porcentajes que presenta (entre 60% - 90%).

Es así como, para su análisis desde la agroforestería, se eligió para la FBV el lote Calapal (figura 25), donde se manejan deficiencias de sombra para los cultivos en su mayoría con plátano. Se registraron porcentajes de sombrío entre el 70% a 80% en distintos momento del día, lo que implica que allí se favorece el aumento de la tasa de fotosíntesis del cultivo (las hojas de café están sujetas a foto-inhibición y foto-respiración frente a la radiación), el balance hídrico por el aumento de la transpiración total y la reducción de evaporación del suelo, la infiltración de agua lluvia y la reducción de escorrentía, sumado al balance positivo de nutrición mineral del cafeto y la mejora de su calidad (Farfán, 2014). Esto, sumado a los beneficios culturales del componente arbóreo, que giran en torno a la

²¹ Para el proceso productivo del café, beneficio (beneficiadero) se entiende, siguiendo a la FNCC (2022), como “Técnicamente consiste en la serie de pasos o etapas de procesamiento a las que se somete el café para quitar o eliminar todas sus capas o cubiertas de la forma más eficiente sin afectar su calidad y su rendimiento. Es una transformación primaria del grano”.

²² Siguiendo a Farfán (2014), los cinco tipos básicos de sistemas de producción de café son: cultivo rustico (70%-100%), policultivo tradicional (60% -90%), policultivo comercial (dos estratos), monocultivo bajo sombra (10%-30) y cultivo a plena exposición solar (0%).

generación de identidad, simbolismos, confort, arraigo, beneficios económicos, protección climática y recreación, entre otros.



Figura 25. Mosaico. Lote Calapal. FBV (El Socorro, Santander.). (Fuente: El Autor, 2022).

Con relación a los árboles, en el lote Calapal se identificaron los siguientes individuos arbóreos: Café, Aro, Arrayan, Bailador, Caimo, Cedro, Ceiba, Cucharo, Elemento, Guacharaco, Guadua, Guamo, Guamo Macho, Mandarino, Naranja, Tachuelo, Plátano, entre otros. Sumado a los beneficios de sombra ya comentados, la interacción de los árboles favorece el control hídrico, mejora la fertilidad del suelo, reduce la erosión, favorece el reciclaje de nutrientes, aumenta la materia orgánica y alberga diversidad de flora y fauna (Farfán, 2014), añadido al aumento de la captura de carbono (C) (León-Sicard, 2021) y su aprovechamiento (Anexo e) maderable y no maderable (Ospina, 2006; Guzmán *et. al.*, 2023).

En el lote Calapal, se encontraron distancias de siembra de café de 1,5 m x 1,5 m en triangulo formando callejones, con plantas en producción de menos de 10 años de 2 a 4 m, con una densidad de siembra de aprox. 5.000 pl/ha. En relación con los árboles que tiene, dependiendo de la especie, relaciones aproximadas de: 6 m x 6m, 9 m x 9 m y 12 x

12 m y alturas de arbolado de estrato medio y estrato alto/dosel, otros estratos por confirmar.

En el lote Calapal, se evidenciaron registros de calidad de aire a medio cultivo entre 400 a 600 ppm de CO₂ y ausencia de formaldehidos, pH de suelo entre 5,0 a 5,5²³ (Cortés, 2003; Farfán, 2014). El manejo de plagas y enfermedades y arvenses se realiza por control cultural al cafeto, con podas de formación y de producción. La fertilización se hace por abonado derivado de los restos del despulpe. Se realiza zoqueo para remover una gran parte del tronco y sus tallos, como se recomienda para café bajo sombra cada 10 años, frente a los monocultivos que lo requieren cada 5-6 años (Cortés, 2003; Farfán, 2014).

Como parte del proceso productivo (figura 26), el beneficio de la FVB surge un proceso donde una vez cosechado el fruto del cafeto (cereza), el mismo día: se pesa, despulpa (descerezadora), se lava (se retiran los imperfectos por flotación), se seca al sol, se hacen pruebas selectivas en máquina clasificadora de café, se almacena y se transporta dependiendo del valor agregado o, a la seccional del municipio del Socorro de la Cooperativa de Caficultores de Santander, donde se exporta como café orgánico certificado o se transporta a trillado y tostado para posterior empaque como “Café del Bosque”. Los “desechos” líquidos de este proceso se tratan en filtración de tanques de aguas mieles y el material vegetal que deja la descerezadora se utiliza para abonos.

El proceso se realiza en instalaciones forestales de alta capacidad (figura 27) de procesamiento agrícola, no sólo por su maquinaria, sino por el diseño que garantiza su óptimo funcionamiento. Esto, disminuye los efectos antrópicos de los procesos, mejor manejo fitosanitario, almacenamiento en condiciones higiénicas y cómodas y en humedad relativa y temperaturas deseables (Méndez, 2009).

Frente al PMA, la FLA tiene un modelo productivo agrícola soportando por un SAF de tipo agrosilvicultural, pues combina especies arbóreas perennes en callejones entre los árboles junto a vegetación circundante. De los doce lotes en que se divide la finca, siete se

²³ Siguiendo a Farfán (2014), los rangos de pH manejables para cultivo de café son entre 4.5 – 6.0, óptimos 4.9-5,6.

encuentran en producción de café bajo sombra con aproximadamente 12.000 mil plantas, junto a las instalaciones, maquinaria agrícola y capacidad humana que componen el beneficio.

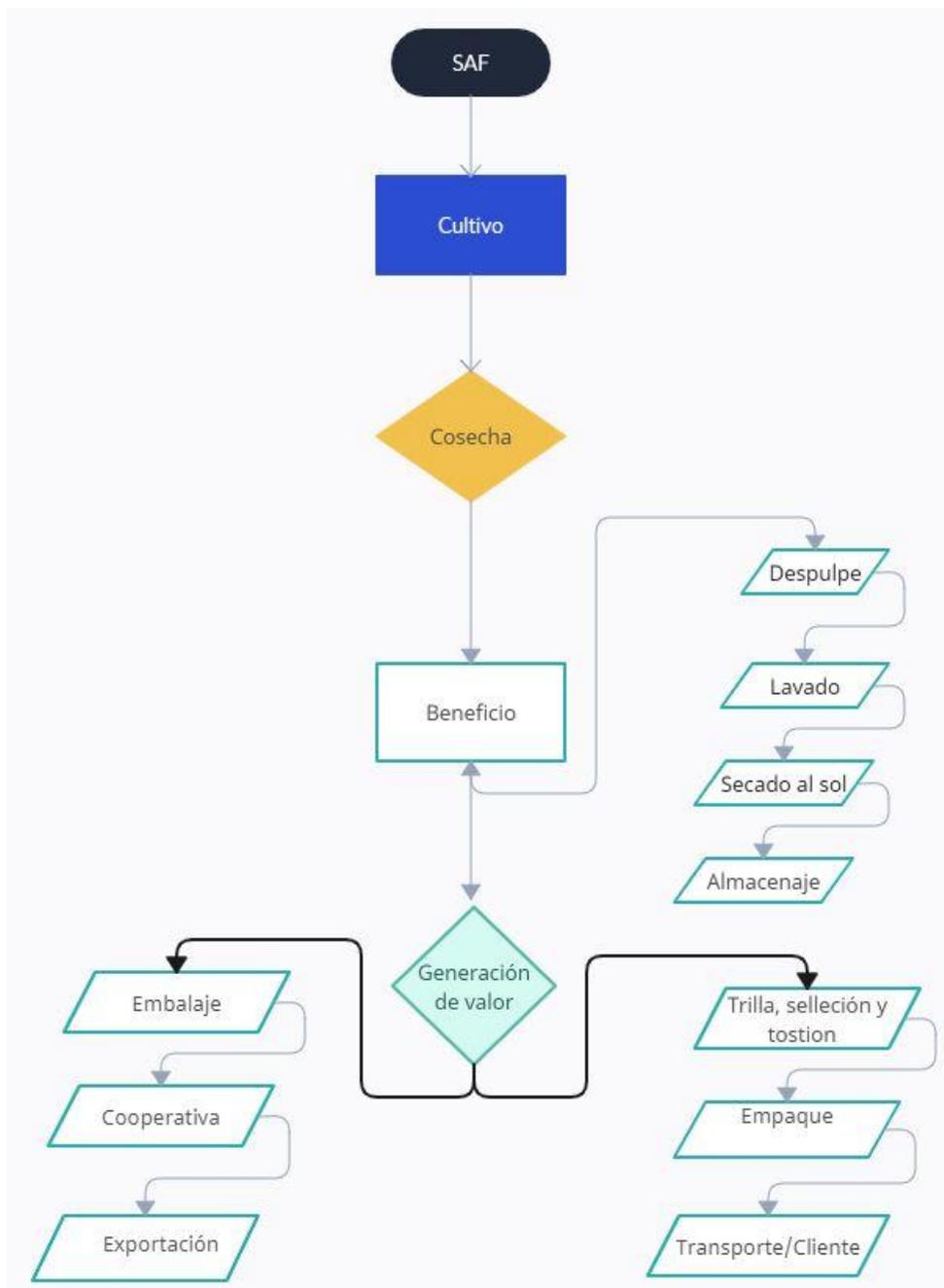


Figura 26. Proceso de beneficio del café. FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

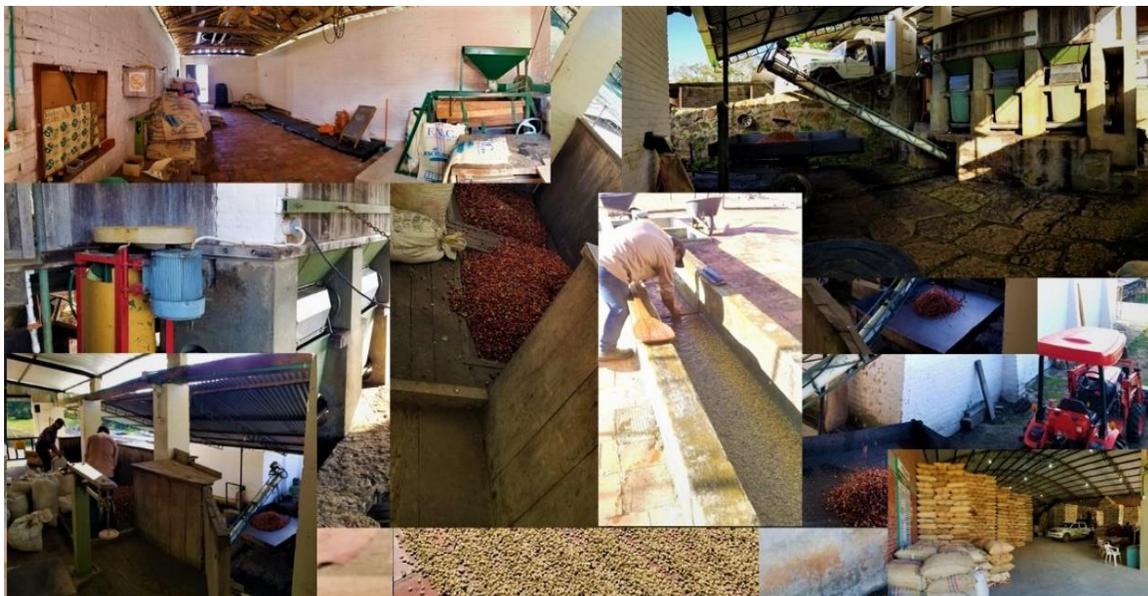


Figura 27. Mosaico proceso de Beneficio. FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

En la FLA, se eligió el lote del Bosque Chino (figura 28) de relieve ondulado y quebrado, con especies arbóreas identificadas de: Guamo Macho, Plátano, Balso, Guamo Rabo de Mico, Bambú Chino, Naranjos, Cedros, Arboloco, Elemento y Café junto a herbazales, arvenses y vegetación secundaria, lo que favorece los ciclos del agua, ciclaje de materia orgánica, captura de carbono y aumento de flora y fauna, sumado al aprovechamiento maderable y no maderable de estas especies (Anexo F) (Santos, *et. al.*, 2023).

El SAF de la FLA es un policultivo tradicional, con árboles de porte medio y alto con el cultivo en callejones. Maneja principalmente plátano para suplir rápidamente deficiencias de sombra sobre el cultivo. Se registraron porcentajes de sombra en el Bosque Chino entre el 65% a 80% en distintos momentos del día, lo que implica que está favoreciendo el aumento la tasa de fotosíntesis), control de balance hídrico, aumento de infiltración de agua lluvia, reducción de escorrentía, balance de nutrición mineral del cafeto y aumento de la calidad (Farfán, 2014).

En el lote del Bosque Chino, se encontraron distancias de siembra del café de 1,5 m x 1,5 m en triangulo, con plantas en producción de menos de 10 años de 2 a 4 m, con una densidad de siembra de aprox. 2.000 plantas en el lote. En relación con los árboles,

dependiendo de la especie, tienen distancias aproximadas de: 6 m x 6m, 9 m x 9 m y alturas de arbolado de estrato medio y estrato alto/dosel.



Figura 28. Mosaico. Lote Bosque Chino. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Otras especies que se encuentran en los conectores internos del lote del Bosque Chino responden a un ecosistema de bambú verde en alta densidad, árboles, herbazales, arvenses y vegetación secundaria. Se evidenciaron registros de calidad de aire a medio cultivo entre 380 a 600 ppm de CO₂ y ausencia de formaldehidos, pH de suelo entre 5, 0 a 5,5.

El manejo de plagas, enfermedades y arvenses es por control cultural. Se realizan podas de formación y de producción. La fertilización se hace por abonado derivado de los restos del despulpe, Se realiza soqueo. Se percibe diferencia de 8 a 9°C de la temperatura bajo sombra frente a su entorno. Se realizan podas arbóreas. Los “desechos” líquidos de este

proceso se tratan en filtración natural de aguas mieles y el material vegetal que deja la descerezadora se utiliza para abonos del cultivo.

Como parte de su desarrollo productivo, el beneficio de la FLA (figura 29), surte un proceso (figura 30) que corresponde a su tipo de “origen” donde, una vez cosechada la cereza madurada, en dos días, se pesa, se deja en un tanque de fermentación, se despulpa (descerezadora), se lava (se retiran los imperfectos por flotación), se seca al sol en paseras (se cuenta con un silo de secado para momentos de alta producción), se selecciona a dos manos, se almacena y se transporta para trillado y tostado para posterior empaque como “Café Los Ángeles”. A diferencia de FBV, no se venden cargas a la Cooperativa, seccional del municipio de Venecia, se negocia a clientes privados.

Una vez analizado lo anterior, frente a los indicadores que componen el criterio de PMA, es importante recalcar el tema de S (semillas) para ambas fincas. El café posee un árbol genealógico muy diverso ya que “pertenece a la familia botánica Rubiaceae, que tiene unos 500 géneros y más de 6.000 especies” (ICO, 2022). Las dos fincas usan semilleros en sustratos a base de arena sobre base camas de guadua y madera. Ambas fincas por su historia de más de 100 años sembrando café, tienen la capacidad de generar el material vegetal necesario para renovar sus cultivos.



Figura 29. Mosaico proceso de Beneficio. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

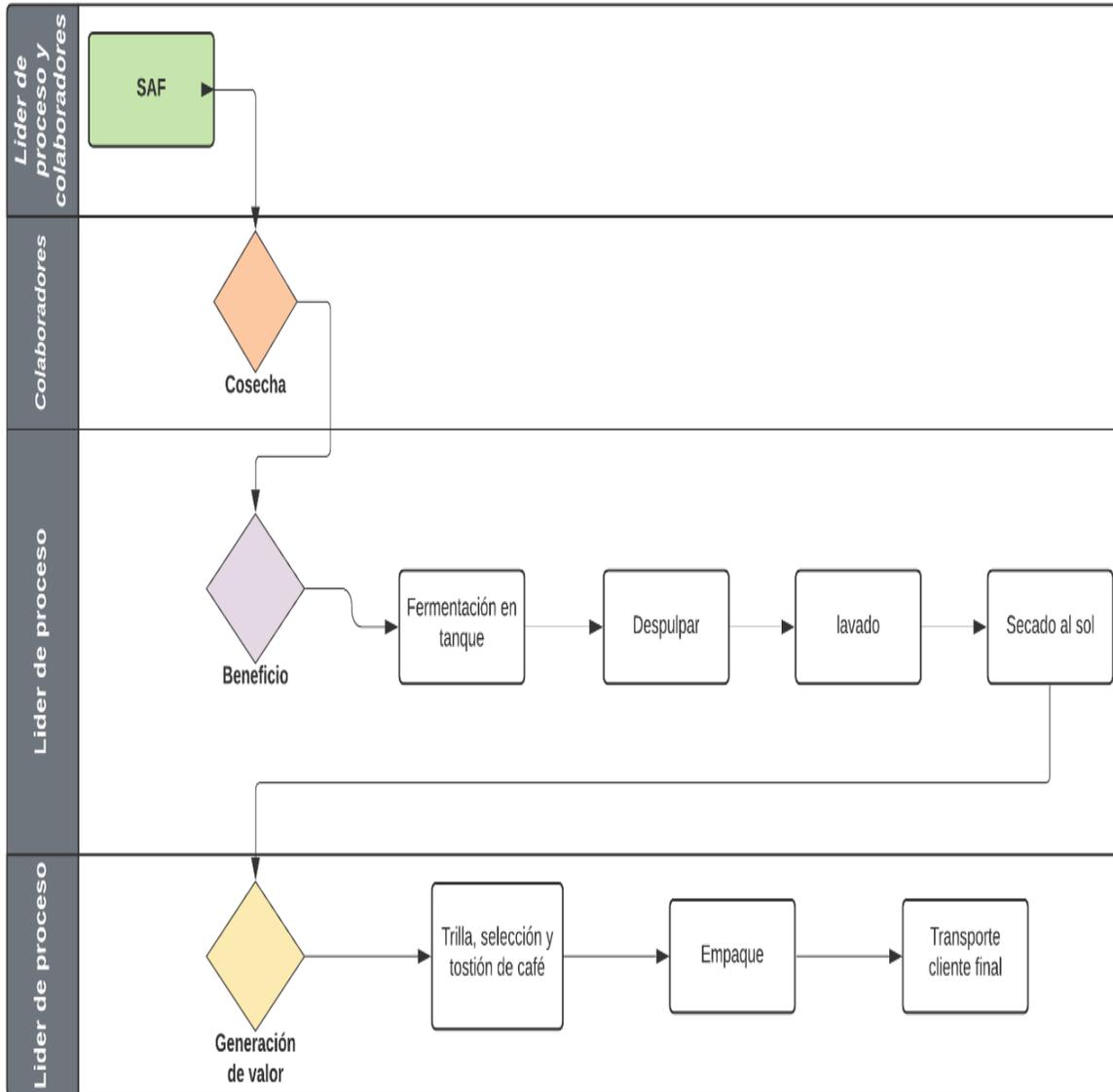


Figura 30. Proceso de beneficio del café. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: Guevara, 2021).

Algo para resaltar, es que la FBV está desarrollado un jardín de café con distintas variedades para dotación propia y la de su entorno, generando diversificación de agrobiodiversidad. También, cuenta con una huerta diseñada y tecnificada para producción constante, con la que se potencia la seguridad alimentaria interna con alimentos libres de productos de síntesis química y se diversifican las fuentes semilleras. Así mismo, aumenta la belleza paisajística del SAF (Graziano, 2016).

Por esto, para ambas fincas el indicador S (semillas) obtiene una calificación de 8/10, sobre la escala de evaluación sugerida (Anexo G), pues la semilla adquirida es ecológica, diversa en sus variedades y obtenida localmente, siendo conservada con procedimientos ecológicos (Córdoba, 2017; Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022).

En relación con el indicador de PS (preparación del suelo), las fincas FBV y FLA, cuentan, según los últimos análisis de suelos realizados por sus implementadores, con suelos franco-arcillosos, con características de granulométricas heterogéneas, con buena capacidad de aireación y permeabilidad. La literatura sugiere suelos profundos de por lo menos 1, 5 m por el desarrollo de la raíz del café junto a desarrollos radiculares con estructuras completas por vegetación circundante (Cenicafé, 2014; Farfán, 2014), lo que se pudo constatar en ambas fincas por pruebas de profundidad efectiva de destajo poco invasivo en bordes de lote y partes quebradas. Así mismo, la presencia de árboles de raíz profunda deja entrever la capacidad del suelo para soportar vegetación diversa (CORPOICA, 2006; Guevara, 2021; León-Sicard, 2021).

La labranza en ambas fincas es limitada por ser producción de tipo “origen” y “orgánico”, pues en el estado actual de los cultivos una vez se realizan los ahoyados para trasplante a cultivo de 30 cm largo x 30 cm ancho x 30 cm profundo con piqueo sobre la base para desarrollo óptimo de raíz, se hace en sustratos de tierra madre (tierra finca) y abonos derivados de los restos del despulpe de la cereza. El manejo de arvenses se realiza por plateo y control cultural. El suelo, no se deja completamente descubierto. También se utiliza el descanso de tierras por zonas para su recuperación. La mayor afectación a los suelos se puede dar en el momento del zoqueo que lo realizan cada 10 años o en renovación de cultivos.

Por esto, para la FBV y la FLA, PS recibe una calificación (Anexo G) de 8/10 por presentar labranza reducida, baja intensidad de laboreo, pero sin prácticas complementarias (Córdoba, 2017; Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022).

En relación con A (abonamiento), los abonados de ambas fincas se realizan por una composta orgánica que contine los restos del despulpe de la cereza (80%), cal (5%) y/o gallinaza (15%). Para el caso de la FLA, se están probando abonados a partir de tierras diatomeas que, prometen “permanecer con la planta” para generar el aporte de

requerimientos nutricionales necesarios. El proceso de abonamiento se realiza con la maquinaria (FBV), herramientas e instalaciones forestales propias para esto.

Es así como para este indicador, ambas fincas reciben una calificación de 10, pues poseen abonos orgánicos producidos en finca, junto a la toma periódica de análisis fisicoquímica de suelos (Córdoba, 2017; Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022). Esto significa que el manejo de abonos propios fortalece “tanto la reactivación de la actividad biológica de los suelos, en la restitución de nutrientes y la conservación de la materia orgánica, como los aumentos de producción de los cultivos y su protección contra plagas y enfermedades” (León-Sicard, 2014, p. 326).

Frente al MF (manejo fitosanitario), en ambas fincas el control de arvenses y de plagas y enfermedades se realiza por control cultural, que se refiere a “la manipulación del ambiente para hacerlo menos favorable a las poblaciones de insectos plaga. Se obtiene mediante la implementación de diferentes prácticas agronómicas preventivas por parte de los agricultores” (Cenicafé, 2016). Esto se logra, respetando las distancias de siembra, renovando cafetales, realizando repases de cafetales y con un manejo integrado de arvenses. Esto último, tiene potencial para disminuir la erosión, retener humedad, aportar nutrientes al suelo, proteger el ciclo del agua, albergar flora y fauna, aparte de que algunas arvenses tienen usos culturales como medicina y alimento humano (Cenicafé, 2005).

Por esto, para MF, según la tabla de clasificación (Anexo G) para ambas fincas se da un puntaje de 10, pues poseen un control ecológico de arvenses, con pocas prácticas complementarias, controles mecánicos y biológicos. No utilizan productos de síntesis química (Córdoba, 2017; Cleves-Leguízamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022). Esto significa que tienden a la protección del ciclo del agua, evitan la erosión del suelo, disminuyen las enfermedades en humanos por químicos y generan alimentos y cultivos más sanos (Farfán, 2014; Montagnini et al., 2015b; Ospina, 2006; León-Sicard, 2021).

Finalmente, se obtuvieron los siguientes resultados frente al criterio de PMA (tabla 27):

Tabla 27. Resultados Prácticas de Manejo Agrícola. FLA (Venecia, Cundinamarca). FBV (Socorro, Santander).

| Finca | S | PS | A | MF | Valor |
|-------|---|----|----|----|-------|
| FBV | 8 | 8 | 10 | 10 | 9 |
| FLA | 8 | 8 | 10 | 10 | 9 |

(Fuente: El Autor, 2022).

Ambos SAF, son sistemas cuyas prácticas de manejo favorecen altamente la agrobiodiversidad, por desarrollar agricultura ecológica. Esto significa que ambas fincas favorecen las “alelopatías, recirculación de nutrientes, conservación de humedad, barreras anti-erosión, fuentes alimenticias y medicinales para humanos, mejoramiento de la estructura de suelos o relaciones con microorganismos edáficos” (León-Sicard, 2014, p. 186).

4.7.2 Prácticas de Manejo Ganadero. Finca Buenavista

Este indicador sólo aplica para FVB, pues a diferencia de la FLA contempla dentro de la organización del SAF la cría de ganado bovino. Fue la primera en importar ganado tipo Simmental (Anexo K) a la región pues, entre otros beneficios, logra producir cerca de 4.500 litros de leche por lactancia (305 días), 15 litros diarios (grasa 4%) y proteínas de (3%). Así mismo, se le reconoce potencial para convertir alimento en ganancia de forma efectiva pues pueden alcanzar pesos entre 900-1300 kg, vida productiva extensa, buen crecimiento y los animales son dóciles en su manejo (Texas Tech, 2023). En la FBV se considera que la actividad pecuaria (figura 31) es de baja intensidad, pues tiene 22 cabezas de ganado divididas en novillos/as toros y vacas, pues su objetivo es la venta de cría de ganado.

La finca posee un diseño agrosilvopastoril pues combina árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal junto al uso de conectores internos de vegetación (cercas vivas y cortinas rompevientos, etc.)²⁴. Para su manejo se realiza la rotación de potreros a partir de un plan de pastoreos y corredores de desplazamiento y corrales, con el objetivo de conservar la capacidad productiva de los suelos (CIPAV, 2018). Su funcionamiento se evalúa posteriormente con base en el “aumento de peso, producción de leche por animal y aspectos reproductivos, tales como número de servicios por concepción e intervalo entre

²⁴ Ya evaluados como conectores internos

partos, sobre todo como reflejo de la calidad de la dieta o de la disponibilidad del forraje” (Mendieta & Rocha, 2007, p. 100).



Figura 31. Actividad pecuaria. Ganado tipo Simmental. FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

En el caso de la FBV se encontraron pastos como forraje *Brachiaria* que contiene proteína bruta (PB) (4%) a 9% fósforo (en valores próximos a 0,18%) y calcio (0,33%) (Comastri, 2021). El mismo autor identifica otros beneficios de estas pasturas relacionados con tolerancia a la humedad y a suelos encharcados, adaptabilidad a todos los tipos de suelos, no requiere fertilización intensiva de suelo, permite el manejo rastrero (15 cm) y buena capacidad de soporte para ganado.

Así mismo, cuentan con pasto Estrella que contiene proteína (13 %), digestibilidad de (57.9%) y 2.08 Mcal de energía metabolizable. También puede producir 500 pacas de 10 kilos de heno por hectárea, se adapta a distintos tipos de suelos y tiene un potencial de producción de 34 toneladas de materia seca al año, 3.34 kg de carne al día en 1500 kg de peso vivo por hectárea (1.2 toneladas de carne al año), en rotación cada 21 días (Martinez, 2019).

Otro forraje, es el pasto Estrella Africana (Tumba Brujas)²⁵ que a los 21 días sin fertilización puede contener: proteína (13 %), digestibilidad (57.9%) y 2.08 Mcal de energía metabolizable., mantener 4 animales por hectárea, con periodos de descanso 27 – 30 días y puede producir 500 pacas de 10 kilos por hectárea (Martínez, 2019b).

Estos distintos forrajes, están dispuestos en potreros de pastos limpios y enmalezados con presencia de arvenses. Por ser forrajes que no requieren altos grados de fertilización y por su alta adaptabilidad, el control fitosanitario se hace por medios culturales, que consisten en dejar que las arvenses nobles se desarrollen junto al forraje, lo que genera un control natural, apoyado por la protección de las cercas vivas y demás estratos de vegetación del entorno (CIPAV, 2018). Aquí, los implementadores lo ven como un control de poblaciones de insectos tipo plaga por la promoción de la llegada de otros organismos benéficos.

El control de plagas y enfermedades de los animales es realizado mediante un plan de vacunación apoyado por profesional especializado junto al lavado de los animales por motobomba. El diseño cuenta con instalaciones forestales para ganado.

Por esto, según las tablas de calificación para analizar el criterio de PMg (Anexo H) se considera que la FBV tiene un AS (arreglo del sistema) de 8 puntos, por ser un sistema agrosilvopastoril con alta diversidad de especies forrajeras. En relación con RP (rotación de potreros) la calificación fue de 8, pues es altamente rotativo en franjas o pequeños potreros, inmerso en un SAF, tiene ganado aislado principalmente con cercas robustas de piedra y otras.

Con periodos de ocupación de potreros cortos (entre 1 o 2 días máximo), el pasto se recupera rápidamente (Suárez, 2022). Aquí cabe resaltar que, los implementadores ubican el ganado en ciertas áreas específicas por tiempos cortos, pues reconocen su potencial en el “desmalece”.

Frente a MA (manejo de aguas) se otorgó una calificación de 8/10, porque el agua proviene de cañadas, dispuestas en bebederos bajo sombra. Se hacen necesarios pocos análisis

²⁵ Para ver la información de las fichas técnicas de los forrajes, remítase a la bibliografía.

físico-químicos. Hay disponibilidad total y potabilidad parcial. Aquí los implementadores reconocen la importancia de proteger las rondas de las fuentes de agua internas del constante paso del ganado.

En relación con MS (manejo sanitario) la calificación fue de 6/10 ya que el control de parásitos (ecto y endo) se realiza mediante Buenas Prácticas Ganaderas y Manejo Integrado de Plagas, con sustancias químicas en dosis recomendadas. Finalmente, frente a PS (preparación del suelo) el valor fue de 8/10, pues presenta labranza reducida, baja intensidad de laboreo, uso de abonos, sin prácticas complementarias (León-Sicard, 2021; Suárez, 2022).

Una vez obtenidos los resultados (tabla 28), se pudo determinar según la escala de clasificación (tabla 13) que la FBV (7,6) realiza prácticas de manejo ganadero que favorecen moderadamente la agrobiodiversidad por su conexión a sistemas de ganadería ecológica. (León-Sicard, 2021; Suárez, 2022).

Tabla 28. Resultados Prácticas de Manejo Ganadero. FBV (Socorro, Santander).

| Finca | AS | RP | MA | Ms | PS | Valor |
|-------|----|----|----|----|----|-------|
| FBV | 8 | 8 | 8 | 6 | 8 | 7,6 |

(Fuente: El Autor, 2022).

Esto significa que su sistema agrosilvopastoril tiende a: alta fijación de nitrógeno atmosférico por las pasturas, producción de biomasa, incrementos de los sólidos totales y de la proteína de la leche, reducción del estrés calórico, protección de las coberturas del suelo y minimiza la presencia de parásitos externos (CIPAV, 2018).

4.8 Prácticas de Conservación (PRC)

Este criterio, es importante pues en ambas fincas se tiene una profunda concepción por la “conservación”, entendida como la contribución que se hace desde su desarrollo cultural a la protección de suelos, fuentes de agua, vegetación (sobre todo bosques), fauna y flora. Lo anterior, se ha demostrado pues, la fragmentación extendida de ecosistemas de bosques en el trópico perturba el ambiente a distintos niveles, por el cambio de coberturas

de bosque por zonas desnudas. Esto genera aumentos de la temperatura del suelo, disminución de la evapotranspiración, cambios en los patrones de circulación del viento, afecta el ciclo hidrológico, el suelo pierde capacidad de infiltración, se aumentan las escorrentías, eventos de sequías o lluvias extensas y los fenómenos de erosión, entre otros. También, tiene consecuencias culturales por el desplazamiento de población debido al cambio climático, disminución de la capacidad para generar seguridad alimentaria, problemas de salud pública y afectaciones al sistema de soporte humano, lo que acarrea un declive de la economía (Guarriguata & Kattan, 2003).

Frente a los beneficios ambientales y culturales de tener bosque en conservación en SAF, los estudios mencionan: fortalecimiento de la identidad y cultura, conservación de la agrobiodiversidad, conservación de suelos, protección de microcuencas, seguridad alimentaria, usos maderables y no maderables, mejora del microclima, regulación de los ciclos del viento, conservación de la biodiversidad, aumentó en la acumulación de carbono atmosférico, incremento en la producción de oxígeno, embellecimiento del paisaje, control de plagas y enfermedades y mejora en la calidad de vida, entre otros (Ospina, 2006).

La FBV, tiene 94% de su porcentaje de uso de la tierra favorable a la agrobiodiversidad. En 60 (ha), 54 (ha) cumplen esta función (Anexo C), de los cuales 47 % corresponde a SAF (26 ha), seguido de un 15% en conservación forestal 9 (ha). Sus implementadores reconocen que las actividades humanas afectan la riqueza de fauna y flora del agroecosistema. También comprenden las afectaciones económicas que puede acarrear para su proceso productivo, la pérdida de coberturas vegetales, pues entienden que su sistema de soporte principal son los SAF y los bosques en conservación (figura 32) junto a otra vegetación. Sin los árboles de sombra, no podrían funcionar los cultivos de café y por lo tanto generar valor agregado.

Frente a la protección del agua en la FBV, se puede afirmar que se encargan de proteger drenajes derivados del Río Suárez y del Río Fonce (figura 33) y que se presentan al interior de la finca en formas de cañadas, una caída de agua de aprox. 6 m, tres aljibes, paisajes de agua en presencia de Bore y Bijao, Guadua y vegetación no identificada.

También posee un cuerpo de agua artificializado en forma de represa, nadable, apto para cría de peces. Alberga un paisaje de guadua denso de 15 m aprox. junto a vegetación que

constituye un conector arbóreo interno de la finca. Se pueden observar patos, gansos, insectos, hongos y arvenses.



Figura 32. Bosques en conservación. FBV (Socorro, Santander). (*Fuente:* El Autor, 2022).

En los ejercicios de observación, las muestras de agua en los aljibes marcaron pH 5,5 – 6,5, TDS de 0.0090 ppm y temperaturas del agua entre 16°C – 22°C, rodeados de vegetación de agua relacionada con Bore y Bijao, junto a árboles y otra vegetación. El manejo de las cañadas y aljibes se realiza por trazados de acueducto siguiendo técnicas agronómicas por cajas de distribución, filtros, tubería, canalización, manejo de la gravedad, tanques (Lince, Castro, Castaño, & Bedoya, 2018).

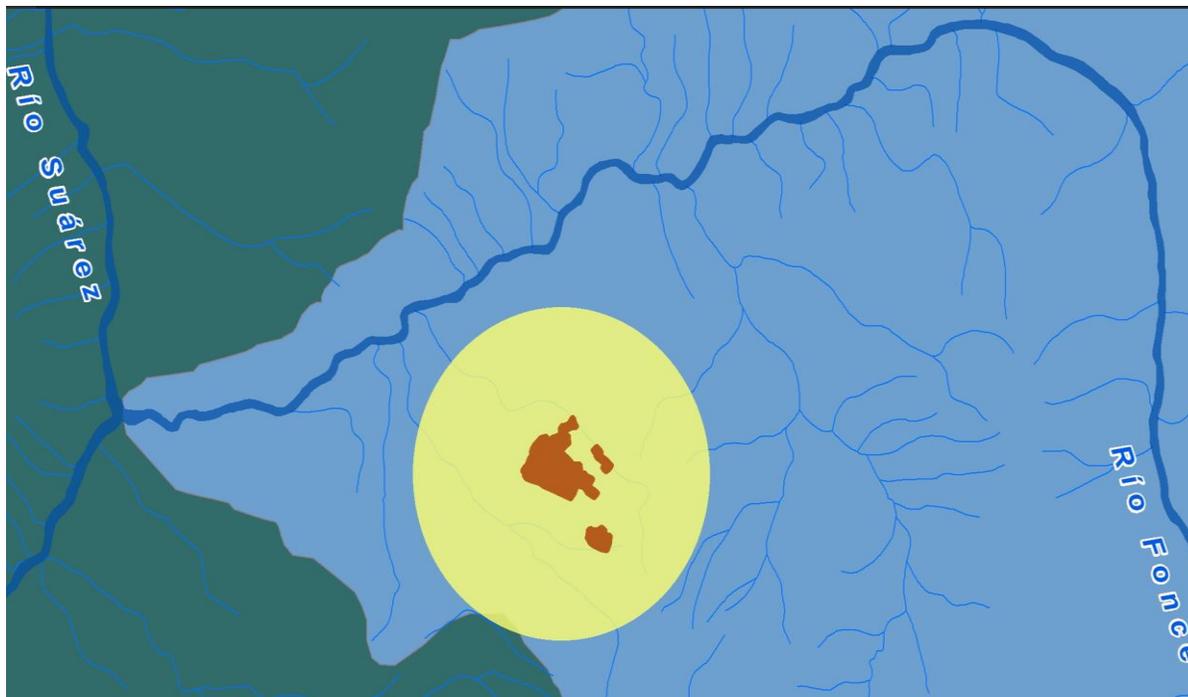


Figura 33. Extrapolación de Mapa Cuencas Hidrográficas. FBV (Socorro, Santander). Significado de colores: café (Límites perimetrales de la FBV), amarillo (AI), líneas azul oscuro (Río), líneas azul claro (drenajes), otros colores (distintos cuerpos de agua). Mapa completo: Anexo I. (Fuente: El Autor, 2022).

También el manejo del agua en la FBV se acompaña con la permanencia de vegetación circundante, se cuidan las rondas de la presencia del ganado y se disponen bebederos para evitar que busquen las cañadas. No se manejan riegos para el cultivo. Así mismo, usan labranza reducida, manejan arvenses para proteger y minimizar la competencia con arvenses competitivos para el café. (Lince, L, Castro, Castaño, & Bedoya, 2018). También poseen caminos de herradura para evitar erosión y dar comodidad al manejo de los cultivos. Usan barreras vivas entre vías internas para evitar desbancamiento.

Con el objetivo de mejorar la biodiversidad, la FBV, tiene gansos, patos, una tortuga (pancho), gallinas, dos perros (Ónix y Nigth), caballo (Pegaso), mula (Petrona) y una gata (figura 34). E igual de importante, protegen la avifauna al dejar remanentes de frutos, principalmente de plátano para su alimentación. Esto, en instalaciones forestales y ecosistemas adecuados.

También en pruebas de tacto para sentir la granulometría del suelo, se encontraron escarabajos y lombrices que es un indicador de sanidad del suelo pues, estos transforman productos en compuestos fundamentales para el ciclaje de materia orgánica por descomposición de restos vegetales y animales (León-Sicard, 2021). Así mismo, los implementadores reportan presencia de reptiles de pequeño y mediano tamaño.



Figura 34. Mosaico Biodiversidad. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: Propia de la de la investigación).

En el caso de la FLA, el 95% de su área es favorable a la agrobiodiversidad. De ese porcentaje el 49% representa SAF con 4,7 ha, seguido de áreas de conservación en un 39% (3, 8 ha). En este caso, aunque hay una zona protegida al interior del SAF (figura 35), sus implementadores reconocen que su sistema de conservación está compuesto por varios ecosistemas al interior de su finca.

Por esto, consideran que su SAF funciona desde un manejo integrado pues emplea el ambiente de manera controlada para lograr una producción con el mínimo efecto negativo, pero, al mismo tiempo es capaz de responder a las necesidades del mercado (Farfán, 2014). Para esto intervienen lo menos posible en los ecosistemas, principalmente los bosques, protegiendo el agua, suelos y la biodiversidad.

La FLA recibe drenajes principalmente de la cuenca del Río Sumapaz en dirección Icononzo – Pandi (figura 36), lo que se refleja al interior de la finca en cañadas, una quebrada en lindero (El Alba) y distintos paisajes relacionados con humedal, Guadua, Bore y Bijao. Es notoria la riqueza acuífera de la finca pues los brotes de agua se pueden denotar incluso en zonas artificializadas como al interior de los espacios abiertos de la vivienda principal.



Figura 35. Zona protegida. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Por ello, los implementadores reconocen una fuerte identidad frente a sus fuentes hídricas pues. entienden que como servicio ecosistémico es vital para dar soporte al SAF, su agrobiodiversidad y el ser humano. Así también, por los beneficios culturales, entre los que se encuentran, el aumento de belleza escénica y generación de bienestar. Las muestras de agua en la quebrada de lindero (El Alba) y en uno de los brotes de la vivienda arrojaron resultados de TDS de 0091 ppm, temperaturas entre 19°C – 22°C y pH de 5.5 a 6. El manejo del recurso para uso humano se realiza por gravedad en tanques de almacenamiento interconectados y no se utilizan aguas para riego. Se mantienen libres las rondas de la quebrada de grandes animales de otras fincas y se construyeron en zonas de riesgo de inundación, muros de control de cauce.

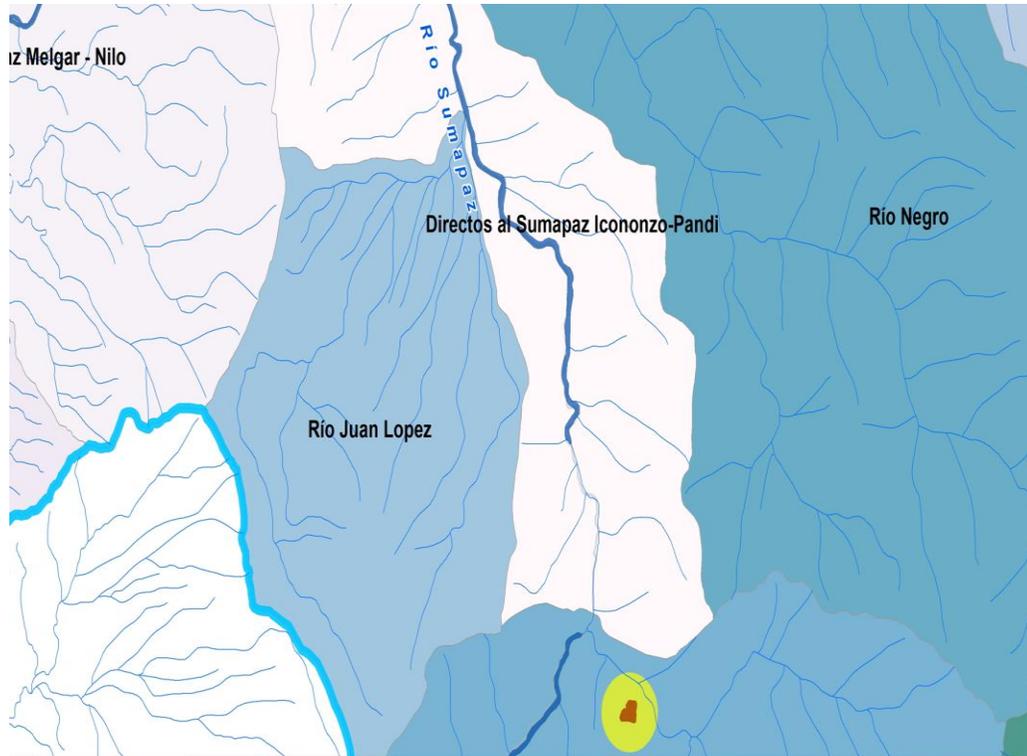


Figura 36. Extrapolación de Mapa Cuencas Hidrográficas. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022). Significado de colores: café (Límites perimetrales de la FBV), amarillo (AI), líneas azul oscuro (Río), líneas azul claro (drenajes), otros colores (distintos cuerpos de agua). Mapa completo: Anexo J. (Fuente: El Autor, 2022).

Frente a protección de suelos, también usan labranza mínima en cultivos y otras zonas (mayor daño en zoqueo y renovación de cultivos) y manejan. Así mismo, al no usar productos de síntesis química evitan la contaminación del suelo y fuentes de agua (Lince, Castro, Castaño, & Bedoya, 2018). También poseen caminos demarcados para evitar erosión y optimizar el manejo de los cultivos.

La FLA, para mejorar la biodiversidad (figura 37), protege la avifauna con una práctica interiorizada al SAF, al dejar remanentes de frutos, principalmente de plátano, para su alimentación junto al cuidando de los distintos ecosistemas. Mantienen el suelo con presencia de arvenses. Así mismo, sus implementadores han realizado el rescate de animales domésticos en situación de abandono, lo cual ven desde sus inicios como una forma de disminuir su sufrimiento y de reivindicarlos como sujetos de derechos, pues implica respeto a su vida, integridad y protección en condiciones ambientales óptimas, además de generar un alto grado de bienestar y soporte anímico a los humanos (Lozano, 2023).

rebasado este rango, donde el ritmo de meteorización química que regenera el suelo se ve superado (Escobar, 2019).

Para las PCA (prácticas de conservación de agua), obtienen una calificación de 8/10 pues protegen las fuentes hídricas con vegetación natural, realizan prácticas complementarias relacionadas a su manejo y protección, aunque faltan análisis periódicos de: conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno, pH, temperatura, sólidos suspendidos (coliformes), oxígeno disuelto, N y P total. No hacen vertimientos contaminantes pues no utilizan componentes de síntesis química en sus procesos agrícolas (Cleves-Leguizamo, 2018; León-Sicard, 2021; Suárez, 2022; Quintero et al., 2022).

Las PCB (prácticas de conservación de la biodiversidad), reciben calificación de 8/10 por proteger especies de vegetación nativas, manejo de coberturas para recuperación natural, protección de hábitats para diversas especies animales y cuidado y diversificación de distintas clases de semillas. Sumado a como ya se explicó en PMg, que la FBV introduce animales importantes (ganado) al sistema de producción (Quintero et al., 2022).

Una vez procesados estos resultados (tabla 29), según su tabla de evaluación (tabla 14) obtienen una calificación de 8,7/10 pues los SAF incluyen por lo menos 9 prácticas favorables a la conservación de suelos, aguas y biodiversidad.

Esto significa que ambas fincas son favorables a “mantener los bienes naturales para diversificar y aprovechar sus ofertas de materias tangibles...y servicios intangibles...los beneficios que trae la conservación de coberturas, de los materiales edáficos...calidad de los cuerpos de agua...aportes a la seguridad, soberanía y autonomía alimentaria” (León-Sicard, 2021, p. 116-117). También, cuentan con un sistema de soporte ambiental y cultural sólido para mantener un modelo productivo sostenido en el tiempo (Smith & Researcher, 1994; Ospina, 2006; ONF, 2013; Montagnini *et al.*, 2015).

Tabla 29. Resultados de PRC. FLA (Venecia, Cundinamarca). FBV (Socorro, Santander).

| Finca | PCS | PCA | PCB | Valor |
|--------------|------------|------------|------------|--------------|
| FBV | 10 | 8 | 8 | 8,7 |
| FLA | 10 | 8 | 8 | 8,7 |

(Fuente: El Autor, 2022).

4.9 Percepción-Conciencia-Conocimiento (CON)

En la FLA, los implementadores (figura 38) como colectivo han construido sus conocimientos a través de la experiencia y constante capacitación en torno al manejo del SAF. Sumado a, distintas vivencias a través del tiempo y aprendizajes a distintos niveles que llevaron a “querer” tener un proyecto de vida en torno a un proceso productivo agrícola que tuviera en cuenta el ambiente. Profundizan sobre, las visiones de conservación de sus distintos ecosistemas internos en relación con distintos modelos productivos presentes y futuros afines con: bienestar, diversificación de cultivos, multiplicidad de modelos de negocio, animales y zonas protegidas.



Figura 38. Mosaico de implementadores. FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Interiorizan la importancia de proteger los bosques como garantía del funcionamiento de su proceso productivo, tienen conciencia sobre la relación de las distintas coberturas de vegetación diferentes a “árboles” en los ecosistemas, explican con claridad el porqué de la contaminación en suelos y aguas por productos de síntesis química, entienden que cualquier actividad humana tiene consecuencias en el ambiente, conocen parcialmente los nombres vernáculos principalmente de árboles y dividen su finca como ecosistemas, entre otros.

Poseen como colectivo ecosistemas relacionados a “tranquilidad” y “espiritualidad” (figura 39) afines a paisajes de guadua en alta densidad, de agua, bosque y belleza escénica. Relacionan sus estados anímicos hacia la sanidad en que se encuentra el SAF y sus ecosistemas.



Figura 39. Paisaje relacionado a "tranquilidad"- "espiritualidad". FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

Profundizan en el conocimiento sostenido en el tiempo sobre las prácticas de manejo y protección de agua y suelos, desean incrementar la agrobiodiversidad y se proyectan como una potencia en protección y avistamiento de avifauna. Descartan los monocultivos, se visualizan como ejes de cambio para los modelos productivos circundantes, buscan ser una “escuela viva”, relacionan ecoturismo con modelos productivos en torno al “bienestar” y entienden que la protección del ambiente reduce los impactos negativos que la producción del café puede traer.

Como individuos, sus roles se encuentran definidos en torno al funcionamiento del SAF relacionados con: administración, contabilidad, cultivo de café, beneficio, manejo ambiental, transporte, valores agregados y mantenimiento de instalaciones forestales. Relacionan profundamente parte del desarrollo de sus vidas con el funcionamiento del SAF. Expresan que el SAF va más allá de la división de su propiedad, pues no diferencian este concepto del total de la finca.

En la FBV los implementadores (figura 40) interiorizan la importancia del ambiente para sus procesos, descartan los monocultivos, tienen conciencia sobre la importancia del SAF para disminuir las consecuencias negativas para el ambiente que trae el cultivo de café relacionadas a degradación de suelo, contaminación de agua y perturbación de ecosistemas. Reconocen la importancia de mantener distintas coberturas vegetales en la finca.

Reconocen los beneficios de los árboles, de la sombra, del control cultural de plagas y enfermedades en el cultivo de café y conectan el ambiente a su proceso productivo. Tienden a profundizar en las cualidades positivas de las zonas protegidas, los entornos de agua y no diferencian el SAF como división de su propiedad sino como parte de un todo.

Sus conocimientos parten de la experiencia y la educación. Mantienen capacitación constante a distintos niveles en torno a acciones simbólicas relacionadas con mejora del SAF, mejora de cultivos, manejo de ganado, diversificación de semillas, de agrobiodiversidad, de avistamiento de aves, manejo de suelos, cuidado del agua, valores agregados. Tienen roles definidos frente a la administración, manejo del cultivo, beneficio, transporte y valores agregados.



Figura 40. Mosaicos de implementadores. FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

Se proyectan como potencial en protección y avistamiento de avifauna. Sus modelos productivos se relacionan a ecoturismo de conservación y belleza escénica, valores agregados al café, uso de productos maderables para manufactura y protección de bosques, como proveedores de servicios ambientales. Reconocen su potencial para

continuar adquiriendo sellos de calidad para diversificar su modelo productivo. Relacionan paisajes de bosque, agua y vegetación con “tranquilidad” y “espiritualidad” (figura 41).

Reconocen la importancia para el ambiente, del manejo técnico del ganado en potreros de rotación e identifican los potenciales de mantener buen forraje. Los esquemas de vacunación y manejo de plagas y enfermedades para el ganado se hacen bajo normas técnicas de zootecnia por profesional especializado.

También, en ambas fincas se reconoce que la conservación va más allá de tener zonas protegidas, pues se acompañan de ciertas prácticas que favorezcan todo el agroecosistema en protección de agua, suelo y biodiversidad, no sólo para beneficiar al SAF, sino por su influencia en relación con los ecosistemas y comunidades circundantes. También reconocen que la mejor forma de conservar las zonas protegidas en el SAF es no interferir en su funcionamiento, manteniendo alejados a los grandes animales y controlando por agrimensura las pérdidas o ganancias de terreno.



Figura 41. Paisajes relacionados a "tranquilidad"- "espiritualidad". FBV (El Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

Por ello, frente al criterio de CON, las dos fincas reciben una calificación de 10/10, pues poseen un alto grado de conciencia ambiental, de conocimiento de la importancia de la biodiversidad. Los implementadores reconocen los beneficios del ambiente para sus

sistemas productivos en torno al SAF. Además, han adquirido conocimiento sobre el cuidado y manejo de la agrobiodiversidad (agua, suelos, biodiversidad), tanto por procesos de educación en distintos niveles como por experiencia adquirida por una tradición de más de 100 años.

Lo anterior, significa que tienden a valorar positivamente la belleza escénica del paisaje y “la variedad de mecanismos naturales de reproducción o de conductas vitales de las especies animales o vegetales” (León-Sicard, 2021, p. 122). Entienden la promoción de la agrobiodiversidad como un eje fundamental que soporta su sistema productivo y desarrollo espiritual como humanos, pues sus acciones simbólicas están cargadas de distintas creencias, estados de conciencia, percepciones, mitos y representaciones (Cleves-Leguízamo, 2018; Suárez, 2022) que van más allá de “acciones deliberadas de capacitación o concientización realizados por las instituciones que tienen presencia en la zona” (Córdoba, 2017, p. 91) y que trascienden a meras operaciones de intercambio de capital en torno al SAF pues buscan convertirse en ejes de articulación para la defensa de la vida en sus territorios (León-Sicard, 2021).

4.10 Capacidad para la acción (CA)

En la FLA los ingresos económicos destinados al mantenimiento y manejo del SAF, se fundan en el propio proceso productivo que genera valores agregados sobre el café y permite que sea sostenido en el tiempo. Sumado a “ahorros” de dinero aportados por varios de sus implementadores. Manejan archivos contables donde se denotan gastos destinados a cálculos de producción de café, priorización de actividades de manejo ambiental y protección de ecosistemas internos, protección de suelos y agua. Destinan parte de su capacidad financiera para análisis de agua y suelos.

Para la FLA, la institución que más influye en el proceso productivo de café bajo sombra es la FNCC – Programa de extensión, entidad que aporta capacidad instalada, transferencia de conocimiento y adopción de tecnología. Aunque su modelo de negocio tiene poco que ver con la venta de café a la Cooperativa de Cafeteros de Cundinamarca, usan la información que esta genera como referente.

Otra de las instituciones reconocida por los implementadores, es la Oficina de Apoyo a la Gestión Ambiental Municipal que está encargada de regular todos los requerimientos de la Secretaria de Agricultura frente a estos temas y que para el momento de la entrevista trabajaba proyectos relacionados con: educación ambiental, pagos por servicios ambientales en las veredas altas que se consideran de recarga hídrica del municipio y articulación de incentivos de parte de la CAR – Cundinamarca (“BiciCar”, “Lluvia para la vida”, entre otros). Frente a los beneficiarios, manejan programas encaminados al aprovechamiento forestal, legalización de acueducto veredales, apoyo a concesiones de agua, reforestación, implementación de cercas vivas, asistencia técnica para drenajes por desbanco y apoyo a permisos para talas, entre otros (Institución 3).

Esta institución reconoce que las principales limitantes para desarrollar procesos ambientales se refieren a: la falta de articulación con los beneficiarios, lo que genera desconocimiento hacia la forma en que se dan los procesos, falta de presupuesto y de aplicaciones tecnológicas propias para el municipio que le permitan mejorar la prestación de servicios de forma óptima (Institución 3).

También, ven con preocupación que las personas prefieran a nivel local los cultivos transitorios a cielo abierto que los diseños bajo sombra, debido a que se tiene la idea sobre su baja rentabilidad, lo que es un reflejo de un arraigo cultural local (rito) basado en monocultivos principalmente de habichuela que requieren alta intensidad lumínica (SENA, 1990). Por ejemplo, en las partes altas del municipio estos cultivos se demoran 80 días para el primer corte y en las partes bajas a cielo abierto ya se pueden cosechar en 60 días, lo que hace que los cultivadores no piensen en los impactos ambientales negativos de la pérdida de las coberturas vegetales, sino en recibir más réditos en el transcurso del año (Institución 3).

Esta preferencia también se daría por falta de estudios locales y capacitaciones técnicas que demuestren los potenciales de tener al ambiente como un aliado en los procesos productivos. Por ejemplo, se han intentado socializar los beneficios de asociar aguacate y mora, pero faltan estudios locales técnicos con información fiable que convenza al agricultor. Además, hay normativas difíciles de aplicar en fincas que tienen poco espacio para cultivo y riñen con las rondas hídricas, por lo que se trata de recomendar distintas

técnicas para el cuidado del agua. Sumado a falta de recursos humanos y financieros para construir discursos más allá de la balanza entre lo “rentable” y “sostenible” (Institución 3).

En la FLA, las relaciones institucionales se desarrollan de forma normal en el devenir del apoyo. Cuentan con gran capacidad de asociatividad, pues uno de sus implementadores participa de manera activa en espacios de construcción colectiva (juntas de acción comunal, comités de cafeteros y otros espacios de gestión de recursos). Ello con el objetivo de gestar cohesión y mejores condiciones de vida comunitaria. En otros ámbitos, tienen la capacidad para accionar distintos espacios para comercializar sus valores agregados, no sólo con la consecución de nuevos “clientes”, si no de capacidad instalada mediante investigaciones a distintos niveles y nuevos aprendizajes que generan mejoras en la planeación y manejo del SAF.

En la FLA, se cuenta con los conocimientos de colaboradores de confianza (figura 42), con vínculos asociados a “familia” y “fraternidad”, que pertenecen a un mismo núcleo familiar. Apoyan principalmente el manejo técnico ambiental del SAF y el beneficio del café. Habitan la finca en vivienda propia. Una de las personas, presenta conocimientos técnicos (basados en experiencia y aprendizaje) en control de maquinaria agrícola, manejo de vegetación, mantenimiento de infraestructura y cuidado de agrobiodiversidad, agua y suelo.

La otra persona, posee capacidades para apoyo del beneficio, por ejemplo, por ser “café de origen”, cuenta con la habilidad de elegir con precisión a mano, los granos que pasan por el último filtro de selección. Además, conoce el manejo operativo del café y contribuye al sostenimiento de las instalaciones.

Sin embargo, su carencia de mano de obra se denota en la inestabilidad de “trabajadores del campo” encargados de recolectar el café, así como de otros especialistas técnicos que apoyen labores de mantenimiento del SAF. En el municipio de Venencia, según informe de la Alcaldía (2020), la mayor parte de la población se sitúa entre los 10 a 20 años de edad. Sin embargo, para la población en edad productiva (capacidad de trabajo) el campo deja de ser llamativo por estar relacionado con pobreza, dificultades, malos salarios, desgaste físico, falta de oportunidades, de desarrollo, de formalidad siendo que la mayoría

de su población es de carácter rural (72,66% de 11.200 habitantes) y su principal valor agregado es la agricultura (Alcaldía Municipal de Venecia, 2020).

En relación con las instalaciones forestales internas del agroecosistema, la FLA está dotada con la infraestructura necesaria para garantizar su proceso productivo: dos viviendas dotadas de servicios de agua, luz, gas por pipeta e internet, habitaciones, baterías sanitarias, cocina, oficina, beneficio, espacio de elaboración de abono, zonas de descanso en cultivo para trabajadores, almacenaje para café y herramientas agrícolas, parqueaderos, depósito y una huerta (bajo construcción).



Figura 42. Colaboradores FLA (Venecia, Cundinamarca). (*Fuente:* Green Runners, (2021); El Autor, 2022).

En este punto, cabe resaltar que cuentan con un invernadero para la investigación de procesos de automatización de producción, experimentación con sustratos y diversificación de semillas, encaminados a la generación de proyectos relacionados con seguridad alimentaria y cambio climático.

Los ingresos económicos de la FBV destinados al mantenimiento y manejo del SAF, se obtienen de un modelo productivo que genera valores agregados relacionados con el café, sostenido en el tiempo, Sumado a “ahorros” de dinero aportados por sus implementadores y acceso a créditos bancarios. Manejan un sistema contable en distintos eslabones donde se denotan gastos destinados a cálculos de producción de café, actividades de manejo

ambiental y protección de ecosistemas internos, suelos y agua. Destinan parte de su capacidad financiera para análisis periódicos de agua y suelos.

Para la FBV, entre las instituciones que más influye en el proceso productivo de café bajo sombra, también es la FNCC – Programa de extensión, que genera capacidad instalada, transferencia de conocimiento y adopción de tecnología. Su modelo de negocio tiene relación directa con la Cooperativa de Cafeteros de Santander (seccional del Socorro).

Así mismo, influye la Secretaría de Agricultura de la Alcaldía Municipal del Socorro, en proyectos relacionados con la promoción de SAF cafeteros usando Guamo, pues se entiende la importancia de este cultivo para la Provincia, pues para el 2022 se estimó que en el municipio habían más de 4.300 hectáreas de café con una capacidad de producción de aprox. cincuenta mil cargas de café²⁶, aportando como uno de los principales productores²⁷ para el departamento de Santander (5.51% de la producción nacional / 7° en producción nacional) (Institución 2; (2022); FNC (2022); Caracol Radio, (2022).

Frente a la producción silvopastoril, esta institución logra que los propietarios sean más receptivos frente a la siembra de distintas especies arbóreas (Aros, Mata-Ratón, Botón de Oro), sumado a las capacitaciones en torno a la vacunación de animales. También, para proteger a los SAF se encargan de reforestar zonas de acueductos y rondas de cuencas hídricas, constitución de proyectos de extensión agropecuaria con disminución de impactos ambientales negativos, programas de posconsumo de elementos de síntesis química, recolección de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) junto a la Fundación Bioentorno (Institución 2).

Otra de las instituciones influyentes es la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) - Regional Comunera, que contribuye en los aprovechamientos forestales domésticos (menores), ya sea para permisos de poda en sombrío principalmente de café o talas por riesgo. También se hacen jornadas junto a otras instituciones de educación en

²⁶ Una carga son aprox. 125 Kg.

²⁷ Siguiendo un informe de la Cámara de Comercio de Bucaramanga (2018), se estimó que El Socorro es el principal aportante de producción cafetera a la Provincia Comunera de Santander con el 28,3% de área sembrada frente a un total de aprox. 12.867 ha.

el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos derivados del café, también en la conducción ambiental del beneficio del café (Institución 1).

Sin embargo, según la institución, no se cuenta con los recursos necesarios para apoyar financieramente procesos en las fincas encaminados al manejo de lixiviados y otros residuos derivados del café, lo que reduce la capacidad de acción de las partes interesadas. Frente al cambio climático, siguen las direcciones de la oficina central de la CAS, por ejemplo, relacionados al programa BanCO2 para pago por servicios ambientales, ofrecen servicios de apoyo por SIG y emiten conceptos técnicos en distintos temas (Institución 1).

Estas instituciones, ven como principal dificultad la falta de articulación con los beneficiarios para desarrollar proyectos ambientales innovadores, por ejemplo, para convertir el mucílago que puede contaminar el agua en alimento animal, pues la falta de recursos hace que las cargas financieras las tenga que asumir el propietario, lo que no es rentable, ni llamativo para ellos por el valor de los insumos agrícolas (Institución 1 y 2).

En la FBV, se cuenta con colaboradores de confianza (figura 43), con vínculos asociados a “prosperidad” y “unidad” que tienen conocimientos basados principalmente en la experiencia frente al manejo y protección del SAF, el beneficio del café y la generación de valores agregados. Manejan maquinaria agrícola, realizan mantenimiento de infraestructura, cuidado de biodiversidad, agua y suelo. Uno de ellos habita la finca con su núcleo familiar.

Sus implementadores, reconocen que uno de los principales factores que desfavorecen al SAF es la falta de recolectores, principalmente mujeres, pues tradicionalmente la FBV reconoce el papel de las recolectoras (chapoleras), como eje del desarrollo de “la cultura cafetera”, por su capacidad, no sólo en la elección de los frutos maduros, sino también por sus facultades para transmitir los conocimientos necesarios a las siguientes generaciones, desde el manejo de la planta, hasta la generación de distintos valores agregados.

Esta escasez de recolectores se volvió más notoria en la zona después de la pandemia del Covid-19 en 2020, pero ya desde el 2016 se daba a nivel nacional una alerta por falta de recolectores, debido a que tradicionalmente en el país los cosecheros de café se han

movilizado entre distintas regiones siguiendo las temporadas de cogida. Sin embargo, siguiendo a Fisgativa (2022) los traslados extensos son cada vez menos frecuentes, así también como las personas que en edad laboral se dedican al eslabón de la recolección de café, debido a que influyen factores relacionados a: precio (91%), alta producción²⁸ (79%), capacidad de proveer alimentación (70%), tamaño de la finca (64%), cercanía al lugar de habitación (62%) y condiciones de alojamiento (44%).



Figura 43. Colaboradores FBV (El Socorro, Santander). (*Fuente:* El Autor, 2022).

Lo anterior, genera que cada día sea más difícil encontrar recolectores con menos de 40 años. Sin embargo, también se reconoce que el departamento de Santander, junto a Norte de Santander y Cauca se encuentra entre los que han logrado mantener un mayor equilibrio frente a la oferta de mano de obra recolectora (La Opinión, 2016; Fisgativa, 2022).

La FBV, cuenta con instalaciones forestales necesarias para el mantenimiento y manejo del agroecosistema, vivienda central, secundaria, alojamiento para ecoturismo tipo chalé en paisajes relacionados con belleza escénica (en construcción), cuarteles de trabajo,

²⁸ Según un reporte periodístico del diario La Opinión (2016), las ganancias de los recolectores dependen de su capacidad de recolección, en una cosecha en alta producción, los recolectores esperan recolectar 120 kilos por día.

beneficio, bodegas de almacenamiento y herramientas, talleres, parqueaderos y establos, quiosco de esparcimiento y zonas de descanso entre cultivos, para elaboración de abonos. Aquí, cabe resaltar una casa en el árbol en estado habitacional, como valor integrado a ecoturismo.

Los implementadores de la FBV reconocen como una de las principales condiciones negativas el no contar con vías de acceso en buen estado, pues se reconoce por parte de la Alcaldía que en su mayoría se encuentran destapadas y con poca presencia de drenajes, lo que genera problemas de comercialización de productos agrícolas y falta de bienestar. Por eso, se planea una inversión en vías de 1,815 (miles de pesos), la inversión más alta desde 2020. También se presentan problemas de infraestructura en educación y salud (Alcaldía Municipal de El Socorro, 2020).

Es así como frente a los indicadores que componen el criterio de CA, frente a la CEF (capacidad económica y financiera), ambas fincas reciben un 8/10, pues poseen una óptima capacidad financiera, ingresos económicos y “ahorro en dinero” para mantener los sistemas de soporte ambientales. Invierten en insumos y materiales para protección de coberturas y zonas protegidas. Sin embargo, sus condiciones históricas limitan el acceso a financiación pública o privada para acrecentar la conservación de rondas, bosques, suelos, entre otros (León-Sicard, 2021).

En relación con la CL (capacidad logística), reciben un 6/10, pues su capacidad logística es mediana, pues la mano de obra completa es variable, las vías de acceso son irregulares, aunque poseen medios de transporte, maquinaria y herramientas agrícolas para desarrollar sus procesos y hacer mantenimiento de coberturas y tienen viveros relativamente cerca (Córdoba, 2017; León-Sicard, 2021).

Frente a la CG (capacidad de gestión), son calificadas con 10/10, porque participan de distintas relaciones asociativas, (juntas de acción comunal (FLA) y grupos de desarrollo económico (FBV), acceden a información sobre agrobiodiversidad y poseen sistemas de planificación propia al interior de la finca para funcionamiento y mejora del manejo del ambiente (León-Sicard, 2021; Quintero *et al.*, 2022).

Ahora, en relación con el AATA (acceso a asistencia técnica agroecológica), ambas fincas reciben 6/10, pues, aunque hay presencia institucional con capacitaciones, su prestación es moderada e inconsistente debido a la capacidad limitada del Estado. Aunque los avances de investigación se desarrollan a nivel universitario, no hay organizaciones privadas o públicas que impulsen financieramente su puesta en marcha (Quintero et al., 2022; Suárez, 2022).

Por esto, una vez se obtuvieron los resultados (tabla 30) por medio de la ecuación (ecuación 18), se obtiene un valor de 7,5 de CA. Esto, según la tabla de calificación propuesta (tabla 15) por León-Sicard (2021), significa que poseen una capacidad mediana de acción, pues logran mantener y mejorar el grado de agrobiodiversidad de las fincas, pese a sus condiciones históricas, entre otras, relacionadas al mal funcionamiento del Estado colombiano y la disponibilidad de mano de obra agrícola.

Esto pues, pese a las adversidades culturales, conservan CA para acceder a “opciones financieras, logísticas, de gestión, asistencia técnica y capacitación (educación)” (León-Sicard, 2021, p. 127) que, les permite fortalecer el ambiente de las fincas y generar cohesión colectiva.

Tabla 30. Resultados de CA. FBV (Socorro, Santander). FLA (Venecia, Cundinamarca).

| Finca | CEF | CL | CG | AATA | Valor |
|--------------|------------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| FBV | 8 | 6 | 10 | 6 | 7,5 |
| FLA | 8 | 6 | 10 | 6 | 7,5 |

(Fuente: El Autor, 2022).

5. Relaciones entre la EAP y los SAF

La relación entre la EAP y los SAF es sinérgica y de beneficio mutuo. Los SAF contribuyen significativamente a la robustez y funcionalidad de la EAP al ofrecer una vía de producción que disminuye los impactos negativos de los procesos agrícolas al integrar árboles, vegetación, animales y cultivos en un mismo sistema. Los SAF también promueven la biodiversidad, mejoran la conectividad ecológica y proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades.

Así también, una EAP “muy fuertemente desarrollada”, contribuye al desarrollo de ecosistemas diversos y a la conectividad con el paisaje, lo que es necesario para la gestión correcta de los SAF. Ambas fincas, se encuentran desde una visión paisajística, inmersas en un territorio artificializado sobre una matriz biofísica preexistente (espacios sin intervención humana). (Folch & Bru, 2017).

Para la FBV podemos ver en la figura 44 que su AI (1.664 ha) responde a un paisaje construido compuesto en su mayoría por coberturas relacionadas a: bosque fragmentado con vegetación secundaria, SAF (café, árboles y plátano), explotación de materiales de construcción, bosque abierto alto de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación secundaria, pastos arbolados, mosaico de pastos con espacios naturales, bosque de galería y ripario, herbazal denso de tierra firme con arbustos, arbustales abiertos, cultivos permanentes, cultivos transitorios, infraestructura y vías.

En el caso de la FLA, la figura 45 muestra que su AI (177 ha) se encuentra inmersa en un paisaje construido relacionado en su mayoría con coberturas de: SAF (café, plátano y árboles), cultivos de café, vías, mosaico de pastos con espacios naturales, bosque fragmentado con vegetación secundaria, pastos arbolados, pastos limpios, vegetación

secundaria alta, bosque de galería y ripario, ríos, arbustales abiertos, cuerpos de agua, infraestructura y otros diseños de SAF.

En esos escenarios, los SAF de ambas fincas con una EAP “muy fuertemente desarrollada” (tabla 21), contribuyen a la conectividad del agroecosistema con su estructura ecológica principal (EEP) circundante por medio de conectores internos y externos extensos y diversificados en forma de corredores biológicos que estimulan los intercambios de organismos entre las coberturas vegetales, cuerpos de agua y cultivos, lo que favorece la calidad del café, la preservación de la biodiversidad, la conservación de ecosistemas y la restauración de paisajes fragmentados (Farrell & Altieri, 1999; Cepeda-Valencia, Gómez, & Nicholls, 2014; León Sicard, 2021).

Lo anterior, no sólo contribuye al aumento de la biodiversidad del área de influencia y de las fincas, sino que también fortalece la resiliencia de los agroecosistemas mayores al ser incluidos en una matriz de paisaje compleja que contempla la presencia de distintos ecosistemas, lo que permite contar con distintos elementos para tender al equilibrio funcional y enfrentar distintas perturbaciones. Logrando, entre otros, la reducción de uso de productos de síntesis química por control biológico de plagas y enfermedades, la recuperación edáfica debido a la reducción de pérdida de capas vegetales, disminución de erosión y aumento del ciclaje de nutrientes.

A esto se añade que, los SAF con una EAP “fuertemente desarrollada” permiten proteger las fuentes de agua de contaminantes por filtración natural y contar con todo el sistema de soporte ecosistémico que implica la conservación y protección del recurso hídrico (Folch, *et. al*, 2017; Lozano, 2019).

Así también, los SAF permiten la diversificación de la EAP de las fincas, lo que contribuye a la resiliencia socioeconómica del ser humano por dotar a los procesos agrícolas de distintas posibilidades para generar valores agregados. Por ejemplo, el servir de soporte para el uso de distintos productos maderables y no maderables y el desarrollo de proyectos como los que se construyen en la FLA y FBV en torno al ecoturismo (IBT, *et. al*, 2017; Melgarejo, 2019).

Así mismo, los SAF fortalecen la EAP de las fincas al servir como sistema de soporte para la conservación de los servicios ecosistémicos como el suelo y el agua, ente otros, al reducir la erosión, la escorrentía y aumentar la infiltración.

Además, fincas como la FBV y FLA con buenas prácticas de manejo agrícolas y ganaderas del SAF y usos del suelo tendientes a la conservación, contribuyen a la mitigación del cambio climático pues los árboles cumplen una función como sumideros de carbono, pues al realizar la fotosíntesis extraen CO₂ del entorno, lo fijan en azúcar para crear madera y poner en funcionamiento su sistema y poder liberar oxígeno. Se estima que un agroecosistema cafetero puede llegar en 200 días de fotosíntesis efectiva a fijar 6,9 t/ha de carbono²⁹, esto, por medio de la fijación en las partes aéreas de las plantas, los sistemas radiculares y la materia orgánica del suelo (Fournier, 1995; Farfán, 2014; Mendieta & Rocha, 2007; Ospina, 2006; Vandreé et al., 2020).

Lo anterior, se refleja para ambas fincas (Anexo T y U), en un índice NDVI con salud vegetal en “muy alto vigor” a “medio vigor”, lo que indica una mayor presencia de biomasa fotosintéticamente activa, es decir, que cuentan con zonas de cubiertas vegetales densas y sanas (EOS, 2020).

Finalmente, aunque las principales limitantes de los SAF para mejorar y mantener una EAP desarrollada se refieren a las condiciones históricas que los rodean y que conllevan, entre otras cosas, a una falta de articulación entre instituciones e implementadores, escasez de mano de obra y malas condiciones de vías e inseguridad, un alto grado de claridad conceptual y conciencia respecto a la protección de la agrobiodiversidad permite consolidar sistemas de planificación internos de calidad que le hagan frente a estas problemáticas (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015; León Sicard, 2021).

²⁹ Estudios registrados en Farfán (2014, p. 60), datan de fijación de carbono en SAF relacionados con café de hasta 52 t.ha⁻¹.

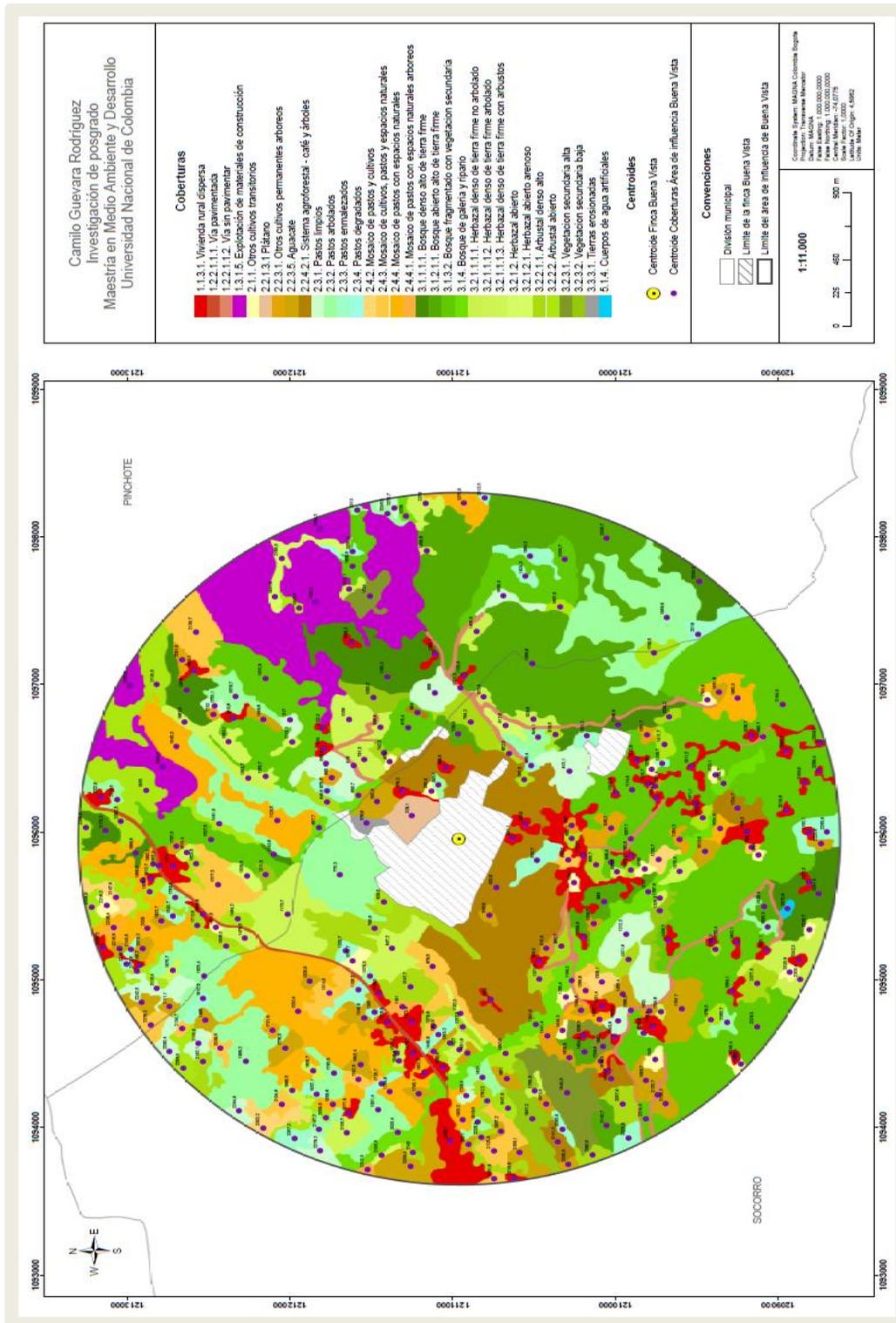


Figura 44. Extrapolación Mapa de distancias. Coberturas de la tierra (Anexo R). FBV (Socorro, Santander). (Fuente: El Autor, 2022).

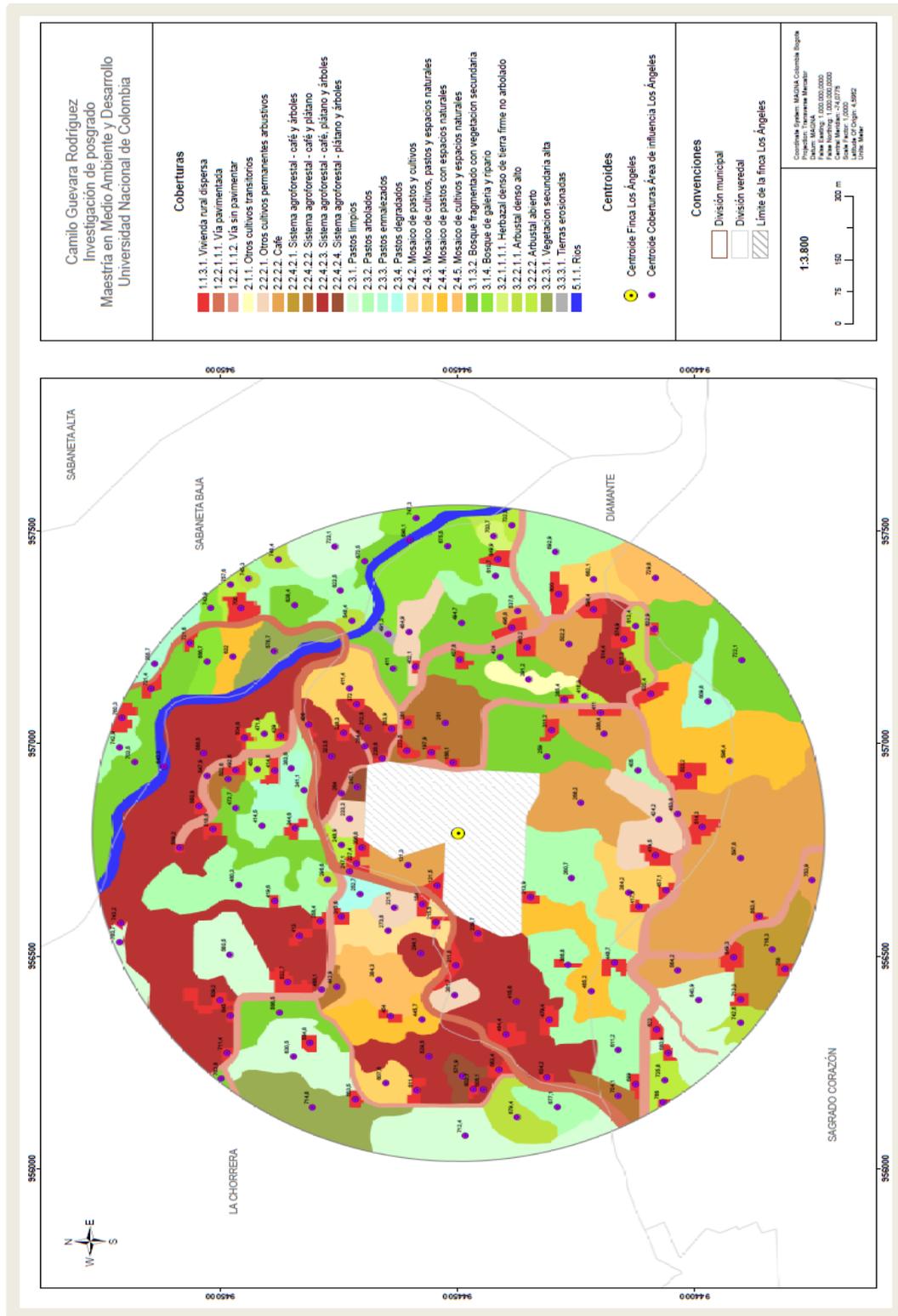


Figura 45. Extrapolación Mapa de distancias. Coberturas de la tierra (Anexo S). FLA (Venecia, Cundinamarca). (Fuente: El Autor, 2022).

6. Conclusiones y productos

6.1 Conclusiones

- i) El uso de la EAP como índice ambiental en el presente estudio muestra la importancia de comprender la relación de ambas fincas con sus entornos ecosistémicos, donde se reconoce la contribución de diferentes tipos de coberturas vegetales y cuerpos de agua en la protección y restauración del ambiente. Así mismo, permite entender el estado actual de los modelos productivos agrarios de los agroecosistemas.
- ii) La presencia de relictos de bosques, otras coberturas vegetales y cuerpos de agua en los conectores internos y externos de los SAF influye en la conservación de corredores biológicos que estimulan la conectividad del agroecosistema con su área de influencia, beneficiando, entre otras, la restauración de la biodiversidad en paisajes fragmentados.
- iii) Como limitación en la evaluación de la EAP frente a los SAF, se encuentra que el alcance dado a la metodología CLC y las herramientas SIG en la presente investigación, muestra restricciones al no proporcionar una lectura completa de la composición de algunos factores ambientales y culturales de las fincas, como la distribución de los cuerpos de agua interna, el reconocimiento completo de fauna y flora y las formas en que a través del tiempo la cultura moldea los agroecosistemas. Esto, marca la necesidad de complementar el uso del indicador de la EAP con enfoques holísticos, cartografías participativas innovadoras y tecnologías de análisis espacial más potentes.
- iv) La conexión media entre las fincas FBV y FLA y sus áreas de influencia se debe al desarrollo histórico de las condiciones culturales y ambientales. La presencia de fragmentación del paisaje ecológico debido a prácticas culturales como monocultivos y deforestación es evidente. Pese a esto, el Índice de Vegetación de Diferencia

Normalizada (NDVI) indica un alto vigor en la salud de la vegetación para ambos agroecosistemas y sus entornos.

- v) Las prácticas de manejo de los suelos en ambas fincas contribuyen a la protección de la biota edáfica, resultando en la sanidad de los cultivos, baja erosión y preservación de las propiedades físicas y químicas del suelo. Las prácticas agrícolas y pecuarias (FVB) salvaguardan el suelo, protegen la flora, fauna y los ciclos hídricos y garantizan una producción sostenida en el tiempo de café de alta calidad con distintos valores agregados.
- vi) Durante la investigación se evidencia que los SAF generan distintos beneficios ambientales y culturales que pasan por la adaptación y mitigación del cambio climático, la conservación del paisaje, la regulación de biomasa y carbono, sanidad del suelo, restauración ambiental, conservación de la agrobiodiversidad y como soporte de distintos servicios ecosistémicos vinculados a la generación de seguridad alimentaria y bienestar.
- vii) Existe un alto grado de conciencia y preparación de los implementadores frente a la importancia de llevar a cabo prácticas para conservar agua, suelos y agrobiodiversidad. Entienden los implementadores de los SAF que, las prácticas en esta vía contribuyen al reconocimiento de la importancia de proteger el ambiente para reducir las externalidades negativas de sus distintas acciones.
- viii) Aunque las fincas enfrentan limitantes como consecuencia de las condiciones históricas en las que se encuentran inmersas (malas vías de acceso, disminución de mano de obra, ausencia de recolectores, entre otros) los implementadores comprenden que un alto grado de conocimiento sobre su historia y el manejo y cuidado de la agrobiodiversidad mitigan las problemáticas que esto pueda generar en el desempeño productivo de los agroecosistemas.

6.2 Productos

Derivado de la investigación y de las condiciones históricas en que fue desarrollada, se generaron una serie de productos que fueron entregados a los implementadores de ambas fincas, organizados en nube (Drive), como una forma de fortalecer los procesos ambientales y culturales en torno a los agroecosistemas.

Los productos (tabla 31), entre otros, van desde un documento técnico tipo tesis que compila los hallazgos de la investigación, mapas y materiales geoespaciales (incluyendo matrices de análisis bajo metodología CLC y puntos de georreferenciación), material audiovisual diverso, matrices de chequeo para fortalecer sus sistemas de gestión integral, protocolos de bioseguridad para la producción de café en SAF considerando aspectos de gestión ambiental y seguridad sanitaria en pandemia por COVID-19, hasta una serie radial de cinco capítulos tipo podcast que combina sonidos propios de las fincas con audios derivados del desarrollo de la investigación.

Tabla 31. Productos derivados de la investigación.

| Tipo | Descripción |
|------------------------------|--|
| Investigación | <ul style="list-style-type: none"> • Documento técnico tipo tesis que contiene los resultados de la investigación sobre EAP relacionada con SAF. |
| Biblioteca digital | <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de distintos documentos técnicos y científicos relacionados con procesos agrarios. |
| Mapas y material geoespacial | <ul style="list-style-type: none"> • Mapas. • Matrices de análisis bajo metodología CLC. Distintos puntos de georreferenciación. |
| Material audiovisual | <ul style="list-style-type: none"> • Fotografías de investigación. • Ortofotos y ortomosaicos. • Audio de entrevistas. • Video de vuelos de dron y proceso de beneficio de café. • Fotografías y audios derivados de la observación participante. |
| Procesos de calidad | <ul style="list-style-type: none"> • Matriz de chequeo. Sistema de Gestión Integral (9001, 14001, BPA, BPM). • Protocolo con Medidas de Bioseguridad para producción café en SAF. Covid 19 y otros. • Aporte para diversificación de semillas: Pacamara, Geisha y Bourbon Rosado. |
| Podcast | <ul style="list-style-type: none"> • Desde la bioacústica se realizó una serie radial de cinco capítulos tipo podcast para Radio Múcura - Radio UNAL que, mezcla sonidos propios de las fincas y |

| Tipo | Descripción |
|-------------|---|
| | del desarrollo propio de la investigación complementados con otros tipos de audios. |

(Fuente: El Autor, 2022).

Bibliografía

- Ácevedo-Osorio, A., Chávez-Miguel, G., Bonatti, M., Sieber, S., & Löhr, K. (2022). Agroecology as a grassroots approach for environmental peacebuilding. Strengthening social cohesion and resilience in post-conflict settings with community-based natural resource management. *GAIA*, 31/1, 36-45.
- Alcaldía Municipal del Socorro. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023*. El Socorro, Santander: Alcaldía Municipal de El Socorro.
- Alcaldía Municipal del Socorro Santander. (2022). *Nuestro Municipio*. Obtenido de socorro-santander.gov.co: <http://www.socorro-santander.gov.co/>
- Alcaldía Municipal de Venecia. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023*. Venecia, Cundinamarca. <http://www.venecia-cundinamarca.gov.co/>-
CorreoElectrónico:despachoalcaldia@venecia-cundinamarca.gov.co
- Alcaldía Municipal de Venecia. (2022). *Planes*. Obtenido de venecia-cundinamarca.gov.co: <http://www.venecia-cundinamarca.gov.co/tema/planes>
- Alianza Café. (2020). *Alianza Café innova el tratamiento de aguas mieles en café con el uso de la Vetiveria en los pozos de infiltración*. Obtenido de alianzacafe.org.pe: <https://alianzacafe.org.pe/noticias/alianza-cafe-innova-el-tratamiento-de-aguas-mieles-en-cafe-con-el-uso-de-la-vetiveria-en-los-pozos-de-infiltracion/#:~:text=La%20vetiveria%2C%20gracias%20a%20su,o%20un%20foco%20de%20enfermedades>.
- Altamar, N. (2023). *Las razas de ganado criollas y colombianas que tienen alta adaptabilidad al cambio climático*. Obtenido de www.agronegocios.co: <https://www.agronegocios.co/finca/las-razas-de-ganado-criollas-locales-que-tienen-alta-adaptabilidad-al-cambio-climatico-3602769>
- Altieri, M. (1989). Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27(1-4), 37-46
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México D.F: PNUMA.

- Alvarez, C., & Calvo, M. (2018). Ecosistemas como sujeto de derechos en Colombia: estudio de caso amazonia, río atrato y páramo de pisba. 10.13140/RG.2.2.27383.57768. *ResearchGate*. doi:10.13140/RG.2.2.27383.57768
- Alvarez, L. (2008). *Variabilidad de los genes de las proteínas de la leche k-caseína, blactoglobulina*. Obtenido de www.hermes.unal.edu.c: <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Proyecto.xhtml?idProyecto=7868&opcion=1>
- Alvira, R. (2014). *Una teoría unificada de la complejidad*. España: TAGUS.
- Anderson, K. (2002). *E-Research: Methods, Strategies and Issues*. Londres: Allyn & Bacon.
- Ángel-Maya, A. (1990) *Hacia una sociedad ambiental*. Bogotá: Editorial Labrador
- Ángel-Maya, A. (1993) La trama de la vida. Bases ecológicas del pensamiento ambiental. *Cuadernos Ambientales # 1*. Bogotá: Universidad Nacional IDEA y Ministerio de Educación Nacional
- Ángel-Maya, A. (1993a). El retorno a la tierra. Elementos para un método ambiental de análisis. *Cuadernos Ambientales # 3*. Bogotá: Universidad Nacional IDEA y Ministerio de Educación Nacional
- Ángel-Maya, A. (1994). La tierra herida. Las transformaciones tecnológicas del ecosistema. *Cuadernos Ambientales # 2*. Bogotá: Universidad Nacional IDEA y Ministerio de Educación Nacional
- Ángel-Maya, A. (1995). La Fragilidad Ambiental de la Cultura. Santafé de Bogotá: EUN Editorial Universidad Nacional Instituto de Estudios Ambientales IDEA.
- Ángel-Maya, A. (1996). *El reto de la vida*. Santafé de Bogotá: Ecofondo.
- Ángel-Maya, A. (1996a). *Desarrollo sostenible o cambio cultural*. Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente y Fondo mixto para el desarrollo de la cultura
- Ángel-Maya, A. (1997). *Alcances y límites de la educación ambiental*. Ponencia presentada en el II Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. Universidad de Guadalajara, México
- Ángel-Maya, A. (1998). La razón de la vida. La filosofía Moderna: Spinoza, Kant, Hegel, Marx y Nietzsche. *Cuadernos de Epistemología Ambiental # 4*. Manizales: Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Centro Editorial de la Universidad Nacional Sede.
- Ángel-Maya, A. (2000). *La aventura de los símbolos. Una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Bogotá: Ecofondo

- Ángel-Maya, A. (2000a). *Ética, sociedad y medio ambiente*. *Revista Gestión y Ambiente*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, N° 5, diciembre 2000, páginas 9-16
- Ángel-Maya, A. (2001). *El retorno de Icaro*. Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente CUAO. 2ª Edición (2002). Bogotá: PNUD, PNUMA, IDEA ASOCARS
- Ángel-Maya, A. (2001a). *La Razón de la Vida*, Tomo II. Platón o la pirámide invertida. Medellín: IDEA - Universidad Nacional de Colombia.
- Ángel-Maya, A. (2001b). *La Razón de la Vida*, Tomo III. El concepto de naturaleza en Aristóteles. Medellín: IDEA - Universidad Nacional de Colombia. Sede
- Ángel-Maya, A. (2001c). *La Razón de la Vida*. Tomo I. Presocráticos: una perspectiva en la construcción de una ética ambiental. Manizales: IDEA Universidad Nacional Sede Manizales
- Ángel-Maya, A. (2001d). *La razón de la Vida*, tomo IV: La Filosofía Moderna: Spinoza, Kant, Hegel, Marx y Nietzsche: una perspectiva en la construcción de una ética ambiental, Manizales: IDEA Universidad Nacional
- Ángel-Maya, A. (2001e). *La razón de la Vida*, tomo VIII. Neoplatonismo: una perspectiva en la construcción de una ética ambiental, Manizales: IDEA Universidad Nacional Sede
- Ángel-Maya, A. (2003). *La diosa Némesis. Desarrollo sostenible o cambio cultural*. Cali: Corporación Universidad Autónoma de Occidente, CUAO
- Ángel-Maya, A. (2004). *El Enigma de Parménides: Los laberintos de la metafísica*. Serie La Razón de la Vida XI. Universidad Nacional – IDEA Manizales.
- Apolinar, M. (2021). *Las abejas al rescate del café*. Obtenido de elmundodelcafe: <https://elmundodelcafe.mx/?p=4825>
- Aponte, G., Peñaloza, E., & Caro, E. (2022). *El paisaje como articulador entre la estructura ecológica principal y la ocupación del suelo. caso de estudio: Calambeo, Ibagué, Colombia*. <https://www.un.org/es/global-issues/cli->
- Arboretum de Galicia. (2023). *¿Qué es un arboretum?* arboretumdegalicia.com: <https://arboretumdegalicia.com/que-es-un-arboretum/>
- ArcGIS . (2023). *Qué es ArcMap*. Obtenido de [desktop.arcgis.com](https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/main/what-is-arcmap-.htm): <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/main/what-is-arcmap-.htm>
- Arenas , L., Alzate, D., Moncada, C., & Restrepo, F. (2022). Cambio climático en la producción de café. *EFFECTIVO*, 111-122. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://efectivo.itm.edu.co/docs/36/revista36_08.pdf](https://efectivo.itm.edu.co/docs/36/revista36_08.pdf)

- Arias, H. A. (1995). *Participación comunitaria en investigación y extensión en sistemas agroforestales: el caso de la metodología Conarbus*. Obtenido de UNAL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21389/22359>
- Ariza, D., & Montejó, J. (2020). *Análisis de la distribución espacial del uso del suelo agroforestal en cuatro paisajes en el trópico alto, Cundinamarca - Colombia*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: McGraw Hill.
- Azzi, G. (1956). *Agricultural ecology*. Londres: Constable & Co., Ltd
- Barbosa, S., Cuenca, N., Cuta, J., Espinosa, A., Higuera, A., Igua, J., Vega, S., et.al, (2020). *Aves asociadas a cafetales en el Valle de Tenza : panorama y recomendaciones para asegurar la prestación de servicios ecosistémicos brindados por las aves*. Obtenido de repositorio.uptc.edu.co: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3934>
- Barrera, S. (2013). *El análisis del paisaje como herramienta y puente teórico-metodológico para la gestión socio-ambiental del territorio*. <http://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/ARTÍCULOS/ARTICLEShttp://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/article/view/GEOv09n09a01>
- Beer, J., & Harvey, C. A. (2003). *Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería En Las Américas*. <https://www.researchgate.net/publication/228916276>
- Benavides, A., Ramírez, H., & Sandoval, A. (2010). *Tratado de Botánica Económica Moderna*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Benítez, M., Rivera-Núñez, T., & García-Barrios, L. (2021). *Agroecología y sistemas complejos. Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos*. SOCLA.
- Botanic Garden Conservation International. (2000). *El Manual Técnico Darwin para Jardines Botánicos*. Obtenido de issuu.com: https://issuu.com/henrygarzonchimbi/docs/manual_t__cnico_darwin_para_jardine
- Bunn, C., Läderach, P., & Ovalle-Rivera, O. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, 89-101. doi:<https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2018). *Café. Provincias de Santander*. Obtenido de CCB: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20actualidad%20provincias/cafe_provincias.pdf

- Camargo, L., Garcés, T., & Mantilla, R. (2020). *Hacienda Agroturística Buena Vista*. Universidad Industrial de Santander.
- Caracol Radio. (2022). *El café socorrano que se vende en Italia y Estados Unidos*. Obtenido de caracol.com.co: <https://caracol.com.co/2023/06/28/el-encanto-de-zapatoca/>
- Carlier, D. (2021). *Producto turístico: BUENTUR (Buena Vista turística)*. Colombia: Cluster de café de Santander.
- Carrizosa-Umaña, J. (2023). *Afrontar la totalidad. Fundamentos para un ambientalismo complejo*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales (IDEA).
- Casanova, F., Petit, J., & Solorio, J. (2011). Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 133-143.
- Castro, A. (2017). *Diseño de un arboretum en la Institución Educativa Departamental Cerezos Grandes del Municipio de Chipaque – Cundinamarca*. repository.unad.edu.co: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/14359/1/1023913489.pdf>
- CATIE. (2021). *Fotogrametría Digital con Sistemas Aéreos no Tripulados para el Análisis de Sistemas Agroforestales* (Vol. 1). CATIE.
- Cenicafé. (1999). *Tratamiento de aguas residuales de café*. Obtenido de Cenicafé: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/<https://www.cenicafe.org/es/publicaciones/bot020.pdf>
- Cenicafé. (2005). *Establecimiento de plantaciones de café*. Colombia: SENA.
- Cenicafé. (2013). *Equipo para la recolección manual de Café- Cangaroo 2M*. Obtenido de Cenicafé: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/480/1/avt0438.pdf>
- Cenicafé. (2014). *Biodiversidad en zonas cafeteras*.
- Cenicafé. (2016). *Manejo integrado de plagas*. Obtenido de [cenicafe.org](https://www.cenicafe.org): https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_integrado_del_cultivo
- Cenicafé. (2018). *FNC presenta innovador método, con lonas, que optimiza cosecha manual y reduce costo de mano de obra*. Obtenido de www.cenicafe.org: https://www.cenicafe.org/es/index.php/inicio/ultimas_noticias/inicio_fnc_presenta_innovador_metodo_con_lonas_que_optimiza_cosecha_manual

- Cenicafé. (2018). *Lonas para asistir la cosecha manual de café*. Obtenido de Cenicafé: https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances_tecnicos/article/view/285/346
- Cenicafé. (2022). *Conozca las abejas del cultivo del café*. Obtenido de [cenicafe.org](https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/publicaciones_recomendadas_2/publicaciones_conozca_las_abejas_del_cultivo_del_cafe): https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/publicaciones_recomendadas_2/publicaciones_conozca_las_abejas_del_cultivo_del_cafe
- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2021). *Arrasamiento y control paramilitar en el Sur de Bolívar y Santander. Tomo I. Bloque Central Bolívar: origen y consolidación*. Colombia: CNMH. doi:978-628-7561-11-3
- Cepeda-Valencia, J., Gómez, D., & Nicholls, C. (2014). La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. *Revista Colombiana de Entomología*, 241-250.
- Cerquera, M. (2017). *Evaluación de desempeño del reactor hidrolítico acidogénico de flujo descendente como tratamiento primario de las aguas mieles del café en el departamento del Valle del Cauca*. Obtenido de Universidad de Manizales: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3172/Ma.Eugenia_Cerquera_Rivera_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Cima, M. (2021). *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): Análisis y Mapeo de la Deforestación en el Municipio de Bacalar, Quintana Roo*. Universidad de Quintana Roo.
- CIPAV. (2018). *Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles intensivos con*. Colombia: CIPAV.
- Cleves-Leguízamo, J. A. (2018). *Resiliencia de agroecosistemas cítricos a la variabilidad climática en el departamento del Meta, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cleves-Leguízamo, J. A., Toro-Calderón, J., Martínez-Bernal, L. F., & León-Sicard, T. (2017). La Estructura Agroecológica Principal (EAP): novedosa herramienta para planeación del uso de la tierra en agroecosistemas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 441-449.
- Cleves-Leguízamo, J. A., & Toro Calderón, J. J. (2018). *La estructura agroecológica principal: estructura disipativa de adaptación ambiental en la agricultura*. Obtenido de Conama: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2018/CT%202018/22224187.pdf>
- Comastri, L. (2021). *Importancia de la Brachiaria Humidícola en la ganadería*. Obtenido de totalpec.com: <https://totalpec.com/blog/135/importancia-de-la-brachiaria-humidicola-en-la->

ganaderia#:~:text=Es%20una%20pastura%20que%20presenta,en%20%C3%A1reas%20sujetas%20al%20encharcamiento.

Comisión de la Verdad. (2019). *Sumapaz: la eterna disputa por el páramo*. Obtenido de web.comisiondelaverdad.co:

<https://web.comisiondelaverdad.co/actualidad/noticias/sumapaz-la-eterna-disputa-por-el-paramo>

Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2022). *Caso integrantes y militantes de la Unión Patriótica vs. Colombia. Anexo IV*. Obtenido de CIDH: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_455_esp.pdf

Córdoba, C. (2016). *Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Córdoba, S. (2017). *Multifuncionalidad de la agricultura campesina en dos contextos socioeconómicos en Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia.

CORPOICA. (2006). *Diagnóstico y diseño participativo en Sistemas Agroforestales*. CORPOICA.

Cortés, M. P. (2014). *Transformación de la Estructura Agroecológica Principal en comunidades intencionales rurales (Ecoaldeas)*.

Cortés, P. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 25(1).

Crego, A. (2003). Los orígenes sociales de la conciencia. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 73-90.

Davis, A.P., Mieulet, D., Moat, J. et al. (2021). Arabica-like flavour in a heat-tolerant wild coffee species. *Nature Plants*, 7, 413-418.

Day, M. (2018). De la identidad a la autonomía: los movimientos sociales en red en la obra de Manuel Castells. *MILLCAYAC*, V(8), 87-194.

Daza, D. (2017). *Tratamiento de aguas mieles derivadas del beneficio húmedo del café a través de Fitorremediación con pasto Vetiver (Chrysopogon zizanioides), en la provincia Guanentá de Santander*. Obtenido de SENA: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://idea.manizales.unal.edu.co/publicaciones/eventos/CongresoInternacionalAmbiental/dia4/Auditorio3/8.pdf>

Daza, Y. (2020). *Apropiación humana de la producción primaria neta en sistemas de agricultura ecológica y convencional*. Tesis de Maestría. Obtenido de repositorio.unal.edu.co: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77670>

- Díaz, A. (2017). *Evaluación De Sistemas Agroforestales Mediante la Implementación de Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Díaz-Granados, O., Navarrete, J., & Suárez, T. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. *Revista de Ingeniería*, 64-75. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200008
- Duckham, M., Goodchild, M. F., & Worboys, M. (2004). *Foundations of Geographic Information Science*. Cánada: Taylor & Francis.
- Duque-Escobar, G. (2011). *Bioturismo y adaptación ambiental para la Ecorregión Cafetera*. Obtenido de repositorio.unal.edu.co: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8112>
- Egea, J., Fernández, I., & Egea-Sánchez, J. (2012). *El bioitinerario como herramienta de turismo responsable agroecológico. El caso de la comarca del Noroeste (Región de Murcia)*. España: Instituto Murciano de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIDA).
- Elle, J. (2018). *Coffea stenophylla. Afrique tropicale de l'Ouest. Jardin botanique de Berlin*. Obtenido de en.wikipedia.org: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coffea_stenophylla#/media/File:Coffea_stenophylla-Jardin_botanique_de_Berlin_\(1\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Coffea_stenophylla#/media/File:Coffea_stenophylla-Jardin_botanique_de_Berlin_(1).jpg)
- EOS. (2020). *NDVI: Preguntas Frecuentes y Qué Necesita Saber*. Obtenido de eos.com: <https://eos.com/es/blog/ndvi-preguntas-frecuentes/#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Vegetaci%C3%B3n%20de,la%20salud%20de%20la%20vegetaci%C3%B3n>.
- EPA. (2023). *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. Obtenido de espanol.epa.gov: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- Erazo, L., & Coronado, F. (2022). La relación entre conflicto y desarrollo en Colombia a partir de un antecedente de política pública. *Revista Científica General José María Córdova*, 489-503.
- Escobar, D. (2019). *Estimación de la erosión hídrica en zona semiárida del norte chileno mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE): el caso de Punitaqui (IV Región de Coquimbo)*. Obtenido de dialnet.unirioja.es: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8764660.pdf>
- Esparza-Olguín, L., Ángel-Maya, A., Hernández, G., & Martínez, E. (2020). Jardín botánico y arboretum: estrategias de conservación forestal en paisajes antropizados del trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 50-77.

- Esperanza, M. (2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Colombia: IDEAM-FONADE.
- ESTEPA. (2017). *Taller Internacional de Creación. Cartográfica para la participación, autogestión y empoderamiento de los territorios locales. Memorias y guía metodológica*. Colombia: UNAL.
- Farfán, F. (2007). Cafés especiales. En F. Farfán, L. Salazar, J. Arcila, A. Moreno, & E. Hincapie, *Sistemas de producción de café en Colombia* (págs. 233-254). Colombia: Cenicafé.
- Farfán, V. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. Colombia: Cenicafé.
- Farrell, J., & Altieri, M. (1999). Sistemas agroforestales. En S. Hecht, *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable* (pág. 229). Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Fisgativa, D. (2022). *Recolectores de café: cada vez más escasos y lejos del relevo generacional*. Obtenido de perfectdailygrind.com:
<https://perfectdailygrind.com/es/2022/06/23/recolectores-escasos-y-lejos-relevo-generacional>
- FNC. (2022). *Beneficio*. Obtenido de federaciondecafeteros.org:
<https://federaciondecafeteros.org/wp/glosario/beneficiadero-beneficio/>
- FNC. (2022). *Caficultura santandereana*. Obtenido de santander.federaciondecafeteros.org:
<https://santander.federaciondecafeteros.org/cafe-de-santander/>
- FONTUR. (2020). *El Socorro Pueblo Patrimonio de Colombia, certificado como destino turístico sostenible*. Obtenido de FONTUR: [https://fontur.com.co/es/comunicados/el-socorro-pueblo-patrimonio-de-colombia-certificado-como-destino-turistico-sostenible](https://fontur.com.co/es/comunicados/el-socorro-pueblo-patrimonio-de-colombia-certificado-como-destino-turistico-sostenible?q=es/comunicados/el-socorro-pueblo-patrimonio-de-colombia-certificado-como-destino-turistico-sostenible)
- Fournier, L. (1995). Fijación de carbono y diversidad biológica en el agroecosistema cafetero. En IICA, *17 simposio sobre caficultura latinoamericana: memoria* (págs. 82-91). Honduras: IICA-PROMECAFE.
- Folch, R., & Bru, J. (2017). *Ambiente, territorio y paisaje Valores y valoraciones*. www.editorialbarcino.cat
- Franco-Valencia, M. (2018). *Aportes desde la agroecología al análisis de prácticas tradicionales en el Resguardo indígena de Yaquivá*. Tesis de Doctorado. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de

- <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63330/2021-Marco%20Heli%20Franco%20Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallini, S., De la Rosa, S., & Abello, R. (2015). Historia Ambiental. En: *Hojas de ruta. Guías para el estudio socio ecológico de la alta montaña en Colombia*. Colombia: Humboldt.
- Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. CRC Press
- Gobernación de Cundinamarca. (2022). *Con una inversión de \$30.000 millones será intervenida la vía Pandi-Venecia-Cabrera*. Obtenido de www.cundinamarca.gov.co: <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/30+mil+millones+para+intervenir+la+via+pandi+venecia+cabrera>
- Gómez, A. (2011). *Agroecosistemas*.
- Gómez, H. (2015). *Ventajas y desventajas de la certificación con sellos de calidad para la producción café. Caso de estudio San Francisco, Cundinamarca*. Obtenido de ciencia.lasalle.edu.co: https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/88/?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fadministracion_agronegocios%2F88&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Gómez, L., & Martín, L. (2022). *Violencia, memoria y resiliencia en los municipios cundinamarqueses de Venecia, Cabrera y Ubalá*. Obtenido de repository.usta.edu.co: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/45795>
- Gómez, P. (2022). *¿Cuántas variedades de café existen? Guía de variedades*. Obtenido de quecafe.info: <https://quecafe.info/guia-origen-diferencias-variedades-de-cafe/>
- Gómez, S. (2018). *Guía de Certificación de Café. Costes, beneficios y primeros pasos*. Obtenido de quecafe.info: <https://quecafe.info/certificacion-de-cafe-que-significa-el-sello-que-lleva-tu-cafe/>
- Gómez, S. (2019). *Sellos de café independientes: certificaciones de bajo coste*. Obtenido de quecafe.info: <https://quecafe.info/sellos-de-cafe-independientes/>
- González-Moro, E., Jesús, Z., & Fernández, C. (1993). Las Ciencias Sociales. Concepto y clasificación. *Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 5. <https://doi.org/10.14201/3279>
- Graziano, J. (2016). *Diseño de huertas*. Argentina: INTA.
- Green - Runners . (2021). *Finca Los Ángeles*. Obtenido de green-runners.com: <https://green-runners.com/finca-los-angeles/>

- Green Runners. (2021). *Café Los Ángeles*. Obtenido de green-runners.com: <https://green-runners.com/finca-los-angeles/>
- Greenpeace. (2009). *Cambio Climático: Futuro Negro para los Páramos*. Obtenido de greenpeace.co: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://greenpeace.co/pdf/paramos/informe_todo3.pdf
- Grüter, R., Trachsel, T., Laube, P., & Jaisli, I. (2022). Expected global suitability of coffee, cashew and avocado due to climate change. *PLoS One*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261976>
- Guarriguata, M., & Kattan, G. (2003). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Costa Rica: EULAC-GTZ.
- Guerrero, M. (2019). *Construcción de la memoria histórica en el municipio de Venecia, Cundinamarca: un ejercicio para promover el empoderamiento de los jóvenes como sujetos políticos*. Obtenido de 1library.co: <https://1library.co/document/myj3on5z-construccion-historica-municipio-venecia-cundinamarca-ejercicio-empoderamiento-politicos.html>
- Guevara, J. (2019). *Planificación y manejo de SAF*. Bogotá D.C.: UNAD.
- Guevara, J. (2021). *Un acercamiento al diagnóstico de un sistema de gestión integral a partir de la producción de café bajo sombra. caso de estudio, Café Los Ángeles, Colombia*. Obtenido de unad.edu.co: <https://repository.unad.edu.co/jspui/handle/10596/44090>
- Guevara, J. (2021). *Acercamiento al diagnóstico de un sistema de gestión integral desde el análisis de producción de café bajo sombra. estudio de caso, Café Los Ángeles (Venecia, Cundinamarca) [Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/44090/jcguavararo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez, Y. (2021). *Implementación de la metodología Corine Land Cover para generación de la capa geográfica de coberturas de la tierra del año 2019, escala 1:25000, a partir de imágenes satelitales PlanetScope para la jurisdicción de CORPOCHIVOR*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Guzmán, K., Figueredo, E., Suárez, J., Santos, S., Santos, M., Bennett, R., & Botero, E. (2023). *Árboles representativos de los paisajes cafeteros de Santander. Aprovechamiento, biodiversidad asociada y servicios ambientales*. Colombia: Smithsonian Migratory Bird Center, SELVA: Investigación para la conservación en el Neotrópico, Rizoma.
- Han, B.-C. (2017). *La expulsión de lo distinto*. España: HERDER.

- Han, B.-C. (2020). *La desaparición de los rituales: Una topología del presente*. España: HERDER.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6). McGraw-Hill.
- IBT-SENATUR-Universidad Americana. (2017). *El bioturismo y la preservación de la diversidad biológica*. Paraguay: II Congreso Internacional de Bioturismo .
- ICA. (2009). *Buenas Prácticas Agrícolas: "Guía para agro empresarios"*. Obtenido de ica.gov.co: <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Inocuidad-Agricola/Capacitacion/cartillaBPA.aspx>
- ICA. (2021). *La certificación ICA de fincas en Buenas Prácticas Agrícolas, BPA, tiene nueva norma*. Obtenido de www.ica.gov.co: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-moderniza-normatividad-en-bpa-cumplir-requisit>
- ICO. (2022). *Aspectos botánicos del café*. Obtenido de ico.org: https://www.ico.org/es/botanical_c.asp#:~:text=El%20caf%C3%A9%20pertenece%20a%20la,y%20m%C3%A1s%20de%206.000%20especies.
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia: escala 1:100.00*. IDEAM.
- IDEAM . (2020). *Metodología Corine Land Cover*. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>
- IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Colombia: IDEAM.
- IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena
- INATEC. (2017). *Manual del protagonista. Introducción a las Ciencias Agropecuarias*. INATEC.
- Institucional Colombia. (2023). *¿Café certificado? Conoce los diferentes sellos que lo identifican*. Obtenido de institucionalcolombia.com: <https://www.institucionalcolombia.com/gastromarketing/ventas/cafe-certificado-diferentes-sellos-colombia/>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Colombia: Humboldt.

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2022). *Jardines botánicos: una estrategia para salvaguardar los recursos forestales*. Obtenido de [www.gob.mx: https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/jardines-botanicos-una-estrategia-para-salvaguardar-los-recursos-forestales](https://www.gob.mx/inifap/es/articulos/jardines-botanicos-una-estrategia-para-salvaguardar-los-recursos-forestales)
- Janzen, D. H. (1973). Tropical agroecosystems. *Science*, 182(4118), 1212-1219.
- Karczmarczyk, D. (1996). Algunas consideraciones sobre las concepciones epistemológicas del Marx. *Revista de Filosofía y Teoría Política*, 186-192.
- La Opinión. (2016). *Déficit de recolectores de café va en crecimiento*. Obtenido de [laopinion.com.co: https://www.laopinion.com.co/economia/deficit-de-recolectores-de-cafe-va-en-crecimiento](https://www.laopinion.com.co/economia/deficit-de-recolectores-de-cafe-va-en-crecimiento)
- León-Sicard, T. E., Toro Calderón, J., Martínez-Bernal, L. F., & Cleves-Leguízamo, J. A. (2018). The Main Agroecological Structure (MAS) of the Agroecosystems: Concept, Methodology and Applications. *Sustainability*, 10(31). doi:10.3390/su10093131
- León-Sicard, T. (2012). *Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- León-Sicard, T. (2014). *Perspectiva ambiental de la agroecología. La ciencia de los agroecosistemas*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- León-Sicard, T. (2019). La dimensión simbólica de la agroecología. En: *Rev. FCA UNCUYO*. 2019. 51(1) - Dossier de Agroecología - ISSN (en línea) 1853-866, 395 - 400
- León-Sicard, T. (2021). *La estructura agroecológica principal de los agroecosistemas. Perspectivas teórico-prácticas desde el pensamiento ambiental agrario*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA).
- León-Sicard, T., & Cepeda-Valencia, J. (2015). *Aplicaciones recientes de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) en Colombia*. <https://www.researchgate.net/publication/315682417>
- León-Sicard, T., Clavijo, N., Córdoba, C., & Córdoba, L. (2015). Lineamientos conceptuales y metodológicos para cartografiar agroecosistemas en el mapa nacional de ecosistemas de Colombia (escala 1:100.000). En *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA*.
- León-Sicard, T., Mendoza, T. & Córdoba, C. (2014). La Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP): un concepto útil en agroecología. *Agroecología*. Vol. 9 (1-2), 55-66.
- León-Sicard, T., & Vargas-Ríos, O. (2017). Agroecología y restauración ecológica: dos disciplinas que se encuentran en el paisaje. En: *Flora Capital*. Edición No 14.

- Revista de divulgación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. pp 15 – 21
- Létourneau, J. (2009). *La caja de herramientas del joven investigador*. La Carreta Editores
- López, A., & Espinosa, R. (2018). *Biodiversidad en los paisajes cafeteros*. Obtenido de <http://reporte.humboldt.org.co/>: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2018/cap4/408/#seccion1>
- Lince, L, Castro, F., Castaño, W., & Bedoya, M. (2018). *Conservación de suelos y aguas*. Colombia: FNC. Manos al agua.
- Loucks, O. L. (1977). Emergence of research on agro-ecosystems. *Annual review of ecology and systematics*, 8(1), 173-192
- Lozano, A. 2019. Resiliencia de agroecosistemas campesinos a la variabilidad climática en tres municipios de Boyacá, Colombia. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales - IDEA. Bogotá. Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. 166 p.
- Lozano, J. (2023). *De animal a sujeto de derechos: sobre la construcción jurídica del oso "Chucho"*. Obtenido de blogrevistaderechoestado.uexternado.edu.co: <https://blogrevistaderechoestado.uexternado.edu.co/2023/03/01/de-animal-a-sujeto-de-derechos-sobre-la-construccion-juridica-del-oso-chucho/>
- MAELA. (2004). *Agroforestería en Latinoamérica: experiencias locales*. Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe.
- Maldonado, C. (2014). *¿Qué es un sistema Complejo?*
- Maillane, J., Barbosa, J., & Clavijo, C. (2019). *Diseño energético. Finca Buena Vista*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Manrique, D. (2019). *En llaneros anfibios y ganado criollo está la clave de la innovación en Arauca*. Obtenido de periodico.unal.edu.co: <https://periodico.unal.edu.co/articulos/en-llaneros-anfibios-y-ganado-criollo-esta-la-clave-de-la-innovacion-en-arauca/>
- Mappa. (2023). *Ortomosaico: todo lo que necesitas saber*. Obtenido de mappa.ag: <https://mappa.ag/es/blog/ortomosaico/>
- Martínez, F. (2019). *Ficha Técnica Pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis)*. Obtenido de [infopastosyforrajes](http://infopastosyforrajes.com): https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-estrella/#Calidad_nutricional_del_Pasto_Estrella
- Martínez, F. (2019). *Pasto Estrella Africana (Cynodon plectostachyus)*. Obtenido de [infopastosyforrajes](http://infopastosyforrajes.com): <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-estrella-africana-cynodon-plectostachyus/>

- Marx, K. (2007). *Los Manuscritos económico-filosóficos de 1844*. Argentina: COLIHUE.
- Mayeca S.A. (2022). *Derribadora Selectiva De Café DSC-18*. Obtenido de Facebook: <https://www.facebook.com/mayecaguatemala/videos/612544957061767/>
- Mejía, A., Rojas, L., & Montoya, S. (2017). *Proponen máquina para optimizar el proceso de recolección de café en Antioquia*. Obtenido de minas.medellin.unal.edu.co: <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/1488-proponen-maquina-para-optimizar-el-proceso-de-recoleccion-de-cafe-en-antioquia>
- Melgarejo, V. (2019). Valoración de los servicios ecosistémicos en agroecosistemas: contribuciones desde la economía ecológica. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Doctorado en Agroecología
- Melo, W. (2015). Caracterización multifuncional del modelo agroforestal finca Montemariana en la región de Montes de María, Bolívar (Tesis de Maestría en Desarrollo Medio Ambiente). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Méndez, N. (2009). *Instalaciones forestales*. UNAD.
- Méndez, V. E., Bacon, C. M., & Cohen, R. (2013). La agroecología como un enfoque transdisciplinar, participativo y orientado a la acción. *Agroecología*, 8 (2), 9-18.
- Mendieta, L., & Rocha, L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Universidad Nacional Agraria.
- Miller, E. (2021). *¿Could the rediscovered coffee species Coffea stenophylla be the next arabica?* Obtenido de gcrmag.com: <https://www.gcrmag.com/could-the-rediscovered-coffee-species-coffee-stenophylla-be-the-next-arabica/>
- MOCCA. (2023). *Vetiver: la iniciativa de bajo costo para tratar las aguas mieles*. Obtenido de mocca.org: <https://mocca.org/vetiver-la-iniciativa-de-bajo-costo-para-tratar-las-aguas-mieles/>
- Noguera, P. (2004). *El reencantamiento del mundo*. Manizales: PNUMA, Universidad Nacional de Colombia. 204 p. ISBN 968-7913-31-2
- Noguera, P. (2006). *Pensamiento ambiental complejo y gestión del riesgo: Una propuesta epistémica, ético, estética*. Manizales: Instituto de Estudios Ambientales - Universidad Nacional de Colombia
- Mongue, A., Rodríguez, A., & Porras, M. (2020). *Sistemas Agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque Seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando SIG*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=0f377napet0>

- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Colombia: CIPAV, CATIE.
- Novita, E. (2016). Biodegradability Simulation of Coffee Wastewater Using Instant Coffee. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 217-229.
- Ocampo, O., Ovalle, A., Arroyave, A., Salazar, K., Ramírez, C., & Oliveros, C. (2017). Nuevo método estándar para la recolección selectiva de café. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 18(2), 127-137.
- Odum, E., & Barrett, G. (2005). *Fundamentos de ecología*. México D.F: Cengage Learning.
- Olano, C. (2022). *El Socorro*. Obtenido de banrepcultural.org: <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-363/el-socorro>
- Oliveros, C., Medina, R., & Tibaduiza, C. (2014). Evaluación de un dispositivo manual en la recolección de frutos de café caídos al suelo. *Revista Cenicafé*, 65(2), 33-41.
- ONF. (2013). *Guía Técnica SAF. Para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables*.
- Ospina, A. (2006). *Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Asociación del colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano.
- Paredes, F., & Millano, J. (2016). Variabilidad de la vegetación con el Índice de Diferencia Normalizada (Ndvi) en Latinoamérica. *Novum Scientiarum*, 2(4). <http://lapismet.com/SIMACaatinga/index.php>
- Peña, E., & Roldán, J. (2012). Las Ciencias Ambientales: un área del conocimiento para el desarrollo de enfoques interdisciplinarios. *Ambiente y Sostenibilidad*, 2(2339–3122), 34–43.
- Pérez Molano, O. (2023). *¿Cuál es la importancia de las áreas protegidas en Colombia?* Obtenido de upb.edu.co: <https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/sostenibilidad/importancia-de-las-areas-protegidas-en-colombia#:~:text=Toda%20esa%20biodiversidad%20del%20pa%C3%ADs,mayor%C3%ADa%20de%20las%20actividades%20humanas>.
- Prager, M. (2018). *Aportes de la biología del suelo a la agroecología*. Universidad Nacional de Colombia.
- Prager, M., Restrepo, J., Ángel, D., Malagón, R., & Zamorano, A. (2002). *Agroecología. Una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

- Quintero, I., Daza-Cruz, Y. X., & León-Sicard, T. E. (2022). Connecting Farms and Landscapes through Agrobiodiversity: The Use of Drones in Mapping the Main Agroecological Structure. En M. De Marchi, A. Diantini, & S. E. Pappalardo, *Drones and Geographical Information Technologies in Agroecology and Organic Farming* (págs. 249-277). Boca Raton: CRC Press
- Ramírez, N., & Leguizamón, W. (2020). La naturaleza como víctima en la era del posacuerdo colombiano. *El Ágora*, 20(1), 259-273.
- Red de Agricultura Sostenible. (2005). *Norma para Agricultura Sostenible*. Obtenido de studocu.com: <https://www.studocu.com/co/document/servicio-nacional-de-aprendizaje/control-ambiental/ras-rainforest-norma-actualizada/17332634>
- Rincón-Ruiz A. (Ed). (2023). *Bioeconomía: Miradas múltiples, reflexiones y retos para un país en crisis estructural. Un libro sobre economías diversas, y economías “otras” para la vida*. Colombia: Centro Editorial – Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia.
- Rivas-Guzmán, A. (2014). *Enfoques innovadores para la investigación en estudios rurales post-modernos. Nuevas preguntas, nuevos desafíos desde la comunidad de la vida*. Obtenido de studylib.es: <https://studylib.es/doc/3165795/%E2%80%A2-alvaro-rivas-guzm%C3%A1n>
- Rivas-Guzmán, A. (2017). El abordaje territorial en el posacuerdo, del enfoque monofuncional a la transición multifuncional del territorio: aportes investigativos a partir del laboratorio de paz y desarrollo en Montes de María, Colombia. En F. Rodrigo Leiva, Territorio en vilo. *Desarrollo rural para el postconflicto* (págs. 113-138). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de unidadvictimas.gov.co.
- Rocha, L., & Mendieta, M. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Rodríguez, N., Quintero, L., & Castañeda, S. (2022). *Tecnología de filtros verdes para el manejo, tratamiento y cero descargas de las aguas residuales de la finca cafetera*. Obtenido de Cenicáfe: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.cenicafe.org/es/publicaciones/Libro_FV_2022_Ok.pdf
- Rodríguez, S. R. N. (2015). Economía, agricultura ecológica y agroecología. *BAETICA*, 1(19)
- Rojas, B., Brehyner, A., Sánchez, C., & Patrik, K. (2010). *Establecimiento y evaluación de un arboretum en la subcuenca del Río Desbaratado del municipio de Miranda - departamento del Cauca*. Obtenido de <http://repositorio.unicauca.edu.co/>: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/handle/123456789/205>

- Rosset, P., & Altieri. (2018). *Agroecología. Ciencia y Política*. SOCLA.
- Sachs, J., Cordes, K., Rising, J., Toledano, P., & Maennling, N. (2019). *Garantizar la viabilidad económica y la sostenibilidad de la producción de café*. (C. Center, Editor) Obtenido de ccsi.columbia.edu: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ccsi.columbia.edu/sites/default/files/content/Garantizar%20la%20viabilidad%20econo%CC%81mica%20y%20la%20sostenibilidad%20de%20la%20produccio%CC%81n%20de%20cafe%CC%81.pdf
- Salazar, M., Vallejo, F., & Salazar-Villarreal, F. (2019). Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia. *Entramado*, 264-274.
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Santamaría, P. (2018). *DJI Mavic 2 Pro, análisis: un nuevo nivel en calidad de vídeo y foto con dron*. Obtenido de xataka.com: https://www.xataka.com/analisis/dji-mavic-2-pro-analisis-nuevo-nivel-calidad-video-foto-dron
- Santos, S., Figueredo, E., Santos, M., Bennett, R., & Botero, E. (2023). *Árboles representativos de los paisajes cafeteros de Cundinamarca. Aprovechamiento, biodiversidad asociada y servicios ambientales*. Colombia: Smithsonian Migratory Bird Center, SELVA: Investigación para la conservación en el Neotrópico, Rizoma.
- Sanz, J., & Duque, H. (2020). Evaluación de la derribadora selectiva de café brudden DSC18. *Revista Cenicafé*, 71(2), 92-104.
- Sarandón, S. J. (2002). Incorporando el enfoque agroecológico en las Instituciones de Educación Agrícola Superior: la formación de profesionales para una agricultura sustentable. *Agroecología e desenvolvimiento rural sustentável*, 3(2), 40-48
- Sarandón, S., & Flores, C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Sarría, F. A. (2006). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Schmidt, A. (1977). *El concepto de naturaleza en Marx*. España: Siglo XXI.
- Secretaría de la CIPF. (2021). *Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas*. Italia: FAO.
- SENA. (1990). *Cultivo de habichuela*. Colombia: SENA.
- Smith, J., & Researcher, A. (1994). *Agroforestry: Reconciling Production with Protection of the Environment*.

- Somarriba, E. (2009). *Planificación agroforestal de fincas*. CATIE.
<https://www.researchgate.net/publication/324263337>
- Steffen, W., Crutzen, P., & McNeill, J. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio*, 36, 614-621.
- Suárez, S. (2022). *Agrobiodiversidad de sistemas ganaderos y conectividad de remanentes de bosque seco tropical en Pivijay, Magdalena*. Universidad Nacional de Colombia.
- Texas Tech. (2023). *Ficha Técnica No. 2 Raza Simmental*. Obtenido de Texas Tech: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.depts.ttu.edu/icfie/Countries_projects/LAC/Honduras/CAFOGAH/fs2.pdf
- Tischler, W. (1965). *Agrarökologie*. Germany: Gustav Fischer Verlag
- Torres, J., Tenorio, A., & Gómez, A. (2008). *Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático*. Miraflores: Soluciones Prácticas.
- U. Tadeo. (2021). *Laboratorio de Suelos y Aguas*. Obtenido de utadeo.edu.co: <https://www.utadeo.edu.co/es/link/centro-de-bio-sistemas/126741/laboratorio-de-suelos-y-aguas>
- UNICIENCIA-UNISANGIL. (2020). *¡Aquí paso algo!. Un contexto del conflicto en Santander*. Colombia: UNICIENCIA, UNISANGIL. doi:978-958-56169-7-4
- Valencia, F. F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Colombia: FNC – Cenicafé.
- Van der Hammen, T. y Andrade, G. 2003. *Estructura ecológica principal de Colombia: primera aproximación*. (Documento técnico) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM -. Bogotá.
- Vandreé, J., Bucheli, P., Henry, K., & Muchavisoy, M. (2020). *La Agroforestería frente a la Agenda 2030*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. www.udca.edu.co
- Vanguardia. (2020). *Rutas del corredor turístico de Santander*. Obtenido de [vanguardia.com: https://www.vanguardia.com/especiales-vanguardia/contenido/santander-inolvidable/rutas-turisticas-en-santander.html](https://www.vanguardia.com/especiales-vanguardia/contenido/santander-inolvidable/rutas-turisticas-en-santander.html)
- Velásquez, M. (2012). *¿Cómo entender el Territorio?* Guatemala: Cara Parens
- Viajandox. (2023). *Jardín Botánico de Bogotá*. Obtenido de [viajandox.com.co: https://viajandox.com.co/bogota/jardin-botanico-de-bogota-A2830](https://viajandox.com.co/bogota/jardin-botanico-de-bogota-A2830)

- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2004). *Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Obtenido de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Volens, & Capirona. (2007). *Estudio comparativo sobre sistemas integrados de producción y sistemas agroforestales en el Departamento de San Martín* Von, J., & Calvert, K. (2010). *Review of coffee wastewater characteristics and approaches to treatment*. Obtenido de researchgate.net:
https://www.researchgate.net/publication/238084098_Review_of_coffee_wastewater_characteristics_and_approaches_to_treatment
- Wanumen-Mesa, A. M., López-Camacho, R., & Rodríguez-Eraso, N. (2020). ¿Are agricultural landscapes dynamic or stable? Case study in Lake Tota (Boyacá, Colombia). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 207–223. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.70014>
- Weather Spark. (2023). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Socorro*. Obtenido de es.weatherspark.com: <https://es.weatherspark.com/y/24365/Clima-promedio-en-Socorro-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- WWF Colombia. (2023). *Sómos el territorio*. Obtenido de WWF Colombia:
https://www.facebook.com/WWFColombia/posts/pfbid02vqTuiyVTfyYBgoHqa3ASU2kWCdYZLrFqxCB3xKqsX1VjQvRX2GqnsV7Xd7kQDsSvI?locale=es_LA
- Zambrano, D., Rodríguez, N., López, U., Orozco, P., & Zambrano-Giraldo, A. (2006). *Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café*. Colombia: Cenicafé.
- Zapata, A., Ávila, I., Caidedo, M., & Cuéllar, V. (2022). *Ganadería Sostenible y Adaptación al Cambio Climático*. Colombia: CIPAV.
- Zizcek, S. (2003). *El sublime objeto de la ideología*. Argentina: Siglo XXI.

A. Anexo: Muestra de Formulario de Diagnostico de Fincas Agroforestales

| SECCIÓN 1 INFORMACIÓN GENERAL | |
|--|------------------------------|
| Diligenciado por: _____ | Fecha _____ |
| Nombre del productor: _____ | |
| 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES | |
| 1.1 Actividad Principal del Productor (Marque con una X): | |
| Administrador _____ | Asistente técnico _____ |
| Ganadero _____ | Otro _____ Cual: _____ |
| Dirección _____ Teléfono _____ | |
| E - Mail: _____ | |
| 1.2 Ubicación de La Finca: | |
| a) Nombre de la Finca _____ | Vereda _____ Municipio _____ |
| b) Departamento _____ | |
| c) Localización geográfica: | |
| Coordenadas _____ | Altitud _____ |
| d) Distancia a la cabecera municipal _____ | |
| e) Vías de acceso _____ | |
| 1.3 Área, Cobertura y tenencia de la Tierra | |
| a) Área total de la finca: _____ ha | |
| b) Cobertura de la finca Área (ha) | |
| 1. En agroforestería _____ | |
| 2. En agricultura(monocultivos) _____ | |
| 3. En pastos(praderas) _____ | |
| 4. En bosque plantado _____ | |
| 5. En bosque Natural _____ | |
| 6. En rastrojos _____ | |
| 7. Otro, cuál? _____ | |
| Total _____ | |
| c) Tenencia: | |
| Marcar con X | |
| 1. Propietario _____ | 4. Aparcero _____ |
| 2. Arrendatario _____ | 5. Otro, Cuál? _____ |
| 3. Compañía _____ | |

SECCIÓN 2 SISTEMAS AGROFORESTALES

1. Descripción de sistemas agroforestales presentes en la finca

Clasifique el sistema (silvopastoril, silvoagropecuaria, agrosilvopastoril), diga cuales son sus componentes (forestal, agrícola, pecuario) y describalo brevemente: Extensión de cada SAF, fecha establecimiento de cada SAF, sistema de siembra:

2. Nombre del sistema agroforestal _____

3. Componentes

3.1 Componente Forestal

a) Generalidades:

- Especie (s): _____
- Registro de plantación N° (Si lo tiene) _____
- Procedencia de Semilla o de las plántulas: _____
- Fecha de establecimiento de la plantación : _____
- Distancia entre hileras(m): _____
(Realizar cinco mediciones)
- Distancia entre árboles (m): _____
(Realizar cinco mediciones)

b) Medidas dasométricas. (Parcela de 10 por 25 metros: 250 metros cuadrados) (Ver anexo Dos. Evaluación de componente forestal en un SAF)

| Arbol | Nombre Especie | DAP (cm) | Altura total (m) | Altura comercial (m) | Bifurcado | Inclinado | Daño Mecánico | Estado Fitosanitario | Diámetro promedio copa (m) | Oclusión promedio de las copas % |
|-------|----------------|----------|------------------|----------------------|-----------|-----------|---------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |

(Fuente: CORPOICA, 2006)

B. Anexo: Formato de evaluación de entrevistas

● **Tabla 14.3** Sugerencia de formato para evaluar la entrevista

1. ¿El ambiente físico de la entrevista fue el adecuado? (quieto, cómodo, sin molestias).
2. ¿La entrevista fue interrumpida?, ¿con qué frecuencia?, ¿afectaron las interrupciones el curso de la entrevista, la profundidad y la cobertura de las preguntas?
3. ¿El ritmo de la entrevista fue adecuado al entrevistado o la entrevistada?
4. ¿Funcionó la guía de entrevista?, ¿se hicieron todas las preguntas?, ¿se obtuvieron los datos necesarios?, ¿qué puede mejorarse de la guía?
5. ¿Qué datos no contemplados originalmente emanaron de la entrevista?
6. ¿El entrevistado se mostró honesto y abierto en sus respuestas?
7. ¿El equipo de grabación funcionó adecuadamente?, ¿se grabó toda la entrevista?
8. ¿Evitó influir en las respuestas del entrevistado?, ¿lo logró?, ¿se introdujeron sesgos?
9. ¿Las últimas preguntas fueron contestadas con la misma profundidad de las primeras?
10. ¿Su comportamiento con el entrevistado o la entrevistada fue cortés y amable?
11. ¿El entrevistado se molestó, se enojó o tuvo alguna otra reacción emocional significativa?, ¿cuál?, ¿afectó esto la entrevista?, ¿cómo?
12. ¿Fue un entrevistador activo?
13. ¿Estuvo presente alguien más aparte de usted y el entrevistado?, ¿esto afectó?, ¿de qué manera?

(Fuente: CORPOICA, 2006)

C. Anexo: Procesamiento US. FBV

| Cobertura | Área (ha) | (%) área |
|--|------------------|--------------|
| Zonas verdes rurales | 0,013939 | 0,02 |
| Sistema agroforestal - café y árboles | 26,545884 | 47,04 |
| Pastos limpios | 7,297929 | 12,93 |
| Bosque fragmentado con vegetación secundaria | 6,672949 | 11,82 |
| Herbazal denso de tierra firme con arbustos | 2,540004 | 4,50 |
| Pastos degradados | 2,441066 | 4,33 |
| Tierras erosionadas | 2,223293 | 3,94 |
| Arbustal denso alto | 2,107328 | 3,73 |
| Guadua | 1,414644 | 2,51 |
| Plantación forestal | 1,387177 | 2,46 |
| Pastos enmalezados | 0,776747 | 1,38 |
| Vegetación secundaria baja | 0,688015 | 1,22 |
| Tierras desnudas y degradadas | 0,524955 | 0,93 |
| Herbazal denso de tierra firme no arbolado | 0,429595 | 0,76 |
| cultivos transitorios | 0,401562 | 0,71 |
| Mosaico de pastos y cultivos | 0,304279 | 0,54 |
| Vegetación secundaria alta | 0,268903 | 0,48 |
| Cuerpos de agua artificiales | 0,176648 | 0,31 |
| Cercas vivas | 0,125597 | 0,22 |

| Cobertura | Área (ha) | (%) área |
|---|------------------|-----------------|
| Herbazal abierto | 0,066926 | 0,12 |
| Arbustal abierto | 0,03019 | 0,05 |
| Total | 56,43763 | 100 |
| Área de la finca | 60 | |
| Porcentaje favorable a la agrobiodiversidad | 94% | |
| US | 8 | |

(Fuente: El Autor, 2022)

D. Anexo: Procesamiento US. FLA

| Cobertura | Área (ha) | (%) área |
|--|------------------|-----------------|
| Otros cultivos permanentes arbustivos | 0,1023 | 1,075382415 |
| Café | 0,032234 | 0,338845325 |
| Sistema agroforestal - café y árboles | 4,676751 | 49,16222664 |
| Pastos enmalezados | 0,043686 | 0,459229288 |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 0,095442 | 1,003290796 |
| Mosaico de pastos con espacios naturales | 0,757148 | 7,959175414 |
| Bosque fragmentado con vegetación secundaria | 2,977198 | 31,29644551 |
| Arbustal denso alto | 2,107328 | 3,73 |
| Guadua | 1,414644 | 2,51 |
| Total | 9,512895 | 100 |
| Área de la finca | 10 | |
| <hr/> | | |
| Porcentaje favorable a la agrobiodiversidad | 95% | |
| US | 8 | |

(Fuente: El Autor, 2022)

E. Anexo: Beneficios maderables y no maderables. El Calapal. FBV

The image displays six informational cards for different tree species, arranged in a 2x3 grid. Each card provides botanical details and lists various uses, categorized by benefit level (indicated by stars).

- Calycophyllum moritzianum** (Card 1): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (3 stars), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Su fruto y flores sirven como materia vegetal de fibra, además de que sus hojas son utilizadas para hacer el mate de El Calapal. El fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. El fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).
- Cascarilla sylvestris** (Card 2): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (3 stars), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Se utilizan sus hojas para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).
- Cupania latifolia** (Card 3): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (3 stars), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).
- Cedrela odorata** (Card 4): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (1 star), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).
- Cascarilla sylvestris** (Card 5): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (3 stars), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Se utilizan sus hojas para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).
- Cupania latifolia** (Card 6): A tree with a large, rounded canopy. Uses include: medicinal (3 stars), wood (3 stars), and other (1 star). Text: "Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal. Su fruto se utiliza para hacer el mate de El Calapal." (Note: The text in the image is partially obscured and repetitive).

(Fuente: Guzmán et. al., 2023)

F. Anexo: Beneficios maderables y no maderables. Bosque Chino. FLA



(Fuente: Santos, et. al., 2023).

G. Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PMA

Descriptores, evaluación y valores del indicador S

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------|--|---|-------|
| Semillas | Procedencia, tipo, producción y conservación | Semilla propia, ecológica/ancestral, diversa y producida localmente. Conservada con procedimientos ecológicos. | 10 |
| | | Semilla adquirida ecológica/ancestral, diversa y obtenida localmente. Conservada con procedimientos ecológicos. | 8 |
| | | Semilla adquirida, orgánica diversa y no obtenida localmente. Conservada con procedimientos químicos. | 6 |
| | | Semilla convencional, no diversa (híbridos) y no obtenida localmente. Conservada con procedimientos químicos. | 3 |
| | | Semilla transgénica | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador PS

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------------------|---|--|-------|
| Preparación del suelo | Tipo de labranza, intensidad, prácticas complementarias de conservación | Labranza cero. Baja intensidad de laboreo con prácticas complementarias: abonos verdes, coberturas, manejo residuos de cosechas, rastros, barbechos. | 10 |
| | | Labranza reducida. Baja intensidad de laboreo, pero sin prácticas complementarias | 8 |

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------|-------------|---|-------|
| | | Labranza reducida (cincel). Mediana intensidad de laboreo con prácticas complementarias. | 6 |
| | | Labranza convencional (arados, rastrillos, rastras). Alta intensidad de laboreo con alguna práctica complementaria. | 3 |
| | | Labranza convencional. Alta intensidad de laboreo sin prácticas complementarias: | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador A

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-------------|--|---|-------|
| | | Abonos orgánicos producidos en finca (compost, estiércol madurado, humus, abono verde, biofertilizante, preparado microbiano, lombricompuesto), alta rotación y prácticas complementarias (mulch, barbechos, análisis de suelos): | 10 |
| Abonamiento | Tipos de abonos, rotaciones, prácticas complementarias, fertilización. | Abonos orgánicos comprados, alta rotación y/o prácticas complementarias: | 8 |
| | | Abonos orgánicos mezclados con fertilizantes químicos, alta a media rotación, pocas prácticas complementarias. | 6 |
| | | Fertilizantes químicos en dosis bajas, poca rotación, pocas prácticas complementarias | 3 |
| | | Fertilizantes químicos en dosis altas, sin rotación ni prácticas complementarias | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador MF

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------------------|--|--|-------|
| Manejo Fitosanitario | Manejo de arvenses, prácticas complementarias, tipo de control, plaguicidas de síntesis química. | Manejo ecológico de arvenses, con prácticas complementarias (alelopatía, bioles, purines, hidrolatos, sistemas push-pull, cultivos acompañantes, integración de animales), controles mecánicos y biológicos. No plaguicidas. | 10 |
| | | Manejo ecológico de arvenses, con pocas prácticas complementarias, controles mecánicos y biológicos. No plaguicidas | 8 |

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------|--------------------|--|--------------|
| | | Manejo ecológico de arvenses, sin prácticas complementarias, controles mecánicos y biológicos. No plaguicidas. | 6 |
| | | Erradicación manual de arvenses, algunas prácticas complementarias, controles mecánicos y baja aplicación de plaguicidas. | 3 |
| | | Erradicación química de arvenses, eliminación de hábitats, sin prácticas complementarias, controles mecánicos ni biológicos. Uso intensivo de plaguicidas. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

H. Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PMA

Descriptores, evaluación y valores del indicador Arreglo del Sistema (AS).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---------------------|---|---|-------|
| Arreglo del Sistema | Sistema silvopastoril, diversidad gramíneas y leguminosas, árboles dispersos, bancos de germoplasma ³⁰ | Sistema silvopastoril intensivo (SSPi) con varios sistemas silvopastoriles adicionales. Alta diversidad de gramíneas forrajeras (cespitosas o estaloníferas) y leguminosas rastreras. Bancos mixtos. | 10 |
| | | SSPi con uno o dos sistemas silvopastoriles adicionales. Alta diversidad de gramíneas forrajeras (dos o más de crecimiento cespitoso como estalonífero). Árboles o arbustos (para diferentes usos) dispersos en alta densidad. No se asocian especies leguminosas rastreras. Bancos mixtos. | 8 |
| | | Sin SSPi u otro sistema silvopastoril. Media diversidad de gramíneas forrajeras. Combinación de dos o más gramíneas forrajeras sin importar el tipo de crecimiento, árboles y arbustos en baja densidad (<25 individuos/ha-1) pero en disposición linear. No hay bancos mixtos. | 6 |
| | | Sin SSPi u otros sistemas silvopastoriles. Baja diversidad de gramíneas forrajeras y árboles y arbustos en baja densidad (<25 individuos/ha-1). Una sola especie de gramínea forrajera. Sin bancos mixtos. | 3 |
| | | Sin SSPi u otros sistemas silvopastoriles. Muy baja diversidad de gramíneas forrajeras, sin árboles y arbustos. Una sola especie de gramínea en monocultivo. Los árboles han sido removidos en su totalidad de los potreros. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

³⁰ Aunque en la evaluación tradicional de tipo agroforestal se mencionan las cercas vivas y las cortinas rompevientos, en este cuadro no se incluyen porque su evaluación ya se realizó en términos de conectores internos y externos.

Descriptores, evaluación y valores del indicador Rotación de Potreros (RP).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|----------------------|-------------------------------------|--|-------|
| Rotación de potreros | Sistema de pastoreo, tiempo, aforos | Semiestabulado: los animales permanecen la mayor parte del tiempo confinados en comederos bajo techo. Periodos muy cortos de ocupación de potreros (horas al día). Aforos. | 10 |
| | | Altamente rotativo en franjas o pequeños potreros, aislados con cerca eléctrica. Periodos de ocupación cortos (entre 1 o 2 días máximo). Aforos. El pasto se recupera rápidamente. | 8 |
| | | Medianamente rotativo en potreros de tamaño medio, aislados por cerca eléctrica o cercas vivas. Periodos de ocupación medianos, entre 3 y 7 días. Se usan o no aforos. El pasto logra recuperarse. | 6 |
| | | Poco rotativo en potreros de tamaño grande. Periodos largos de ocupación entre 8-30 días, asilados o no por cercas vivas. No aforos. El pasto no se alcanza a recuperar. | 3 |
| | | Continuo en potreros de tamaño grande. Periodos de ocupación de más de 30 días. El pasto no se alcanza a recuperar. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Manejo de Aguas (MA).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------------|--|--|-------|
| Manejo de Aguas | Origen, transporte, almacenamiento y control de calidad. | Fuentes naturales (nacimientos, cañadas jagüeyes), acueductos ganaderos y frecuentes análisis físico-químicos. Disponibilidad y potabilidad total. | 10 |
| | | Fuentes naturales (nacimientos, cañadas jagüeyes), acueductos ganaderos y pocos análisis físico-químicos. Disponibilidad total y potabilidad parcial. | 8 |
| | | Reservorios artificiales (pozos, cosechas de agua, estanques), acueductos ganaderos y frecuentes análisis físico-químicos. Disponibilidad parcial y potabilidad total. | 6 |
| | | Reservorios artificiales, transporte manual (mangueras) y muy pocos análisis físico-químicos. Disponibilidad y potabilidad parcial. | 3 |
| | | Reservorios artificiales, transporte manual. No se realizan análisis físico-químicos. No existe ni disponibilidad ni potabilidad garantizada. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Manejo Sanitario (MS).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------|----------------------------------|---|-------|
| Manejo Sanitario | Métodos de control de parásitos. | El control de parásitos (ecto y endo) se basa en el uso de medicina veterinaria alternativa y otras prácticas (suplementos alimenticios con plantas desparasitantes, lavados con sales y/o plantas repelentes, homeopatía, acupuntura, control biológico de moscas y parásitos gastrointestinales con escarabajos coprófagos, avispas parasitoides y hongos nematófagos). | 10 |
| | | El control de parásitos (ecto y endo) se basa en el uso de medicina veterinaria alternativa pero no se realizan otras prácticas. | 8 |
| | | El control de parásitos (ecto y endo) se realiza mediante Buenas Prácticas Ganaderas y Manejo Integrado de Plagas, con sustancias químicas en dosis recomendadas. | 6 |
| | | Se realizan algunas “buenas prácticas ganaderas” y “manejo integrado de plagas” con sustancias químicas en dosis superiores a las recomendadas. | 3 |
| | | El control de parásitos (ecto y endo) se realiza únicamente con antihelmínticos, endocticidas y otras drogas sintéticas, en dosis muy superiores a las recomendadas. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

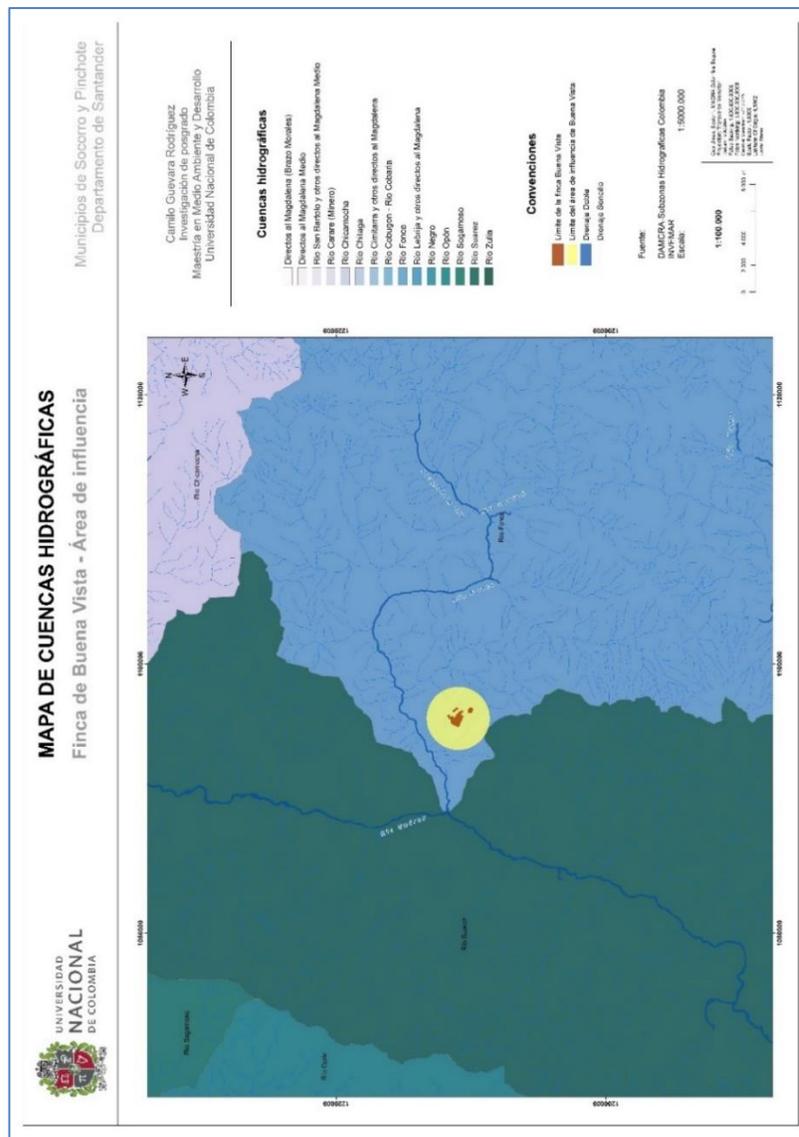
Descriptores, evaluación y valores del indicador Preparación del Suelo (PS), usado en el criterio Prácticas de Manejo Ganadero (PMg).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------------------|--|---|-------|
| Preparación del suelo | Tipo de labranza, intensidad, abonos, fertilizantes o enmiendas, prácticas complementarias de conservación | Labranza reducida. Muy baja intensidad de laboreo, uso de enmiendas y abonos, con prácticas complementarias (asociación de forrajeras con cultivo acompañante o precedente (papa, arveja, maíz y/o frijol), aplicación de micorrizas, conservación de árboles grandes y palmas en los potreros. | 10 |
| | | Labranza reducida. Baja intensidad de laboreo, uso de enmiendas y abonos, sin prácticas complementarias: | 8 |
| | | Labranza reducida. Mediana intensidad de laboreo, fertilización química baja a media, con o sin prácticas complementarias. | 6 |

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------|--------------------|---|--------------|
| | | Labranza convencional (arados, rastrillos, rastras). Alta intensidad de laboreo. Fertilización química media a alta, sin prácticas complementarias. | 3 |
| | | Labranza convencional. Muy alta intensidad de laboreo. Muy alta fertilización química, sin prácticas complementarias: | 0 |

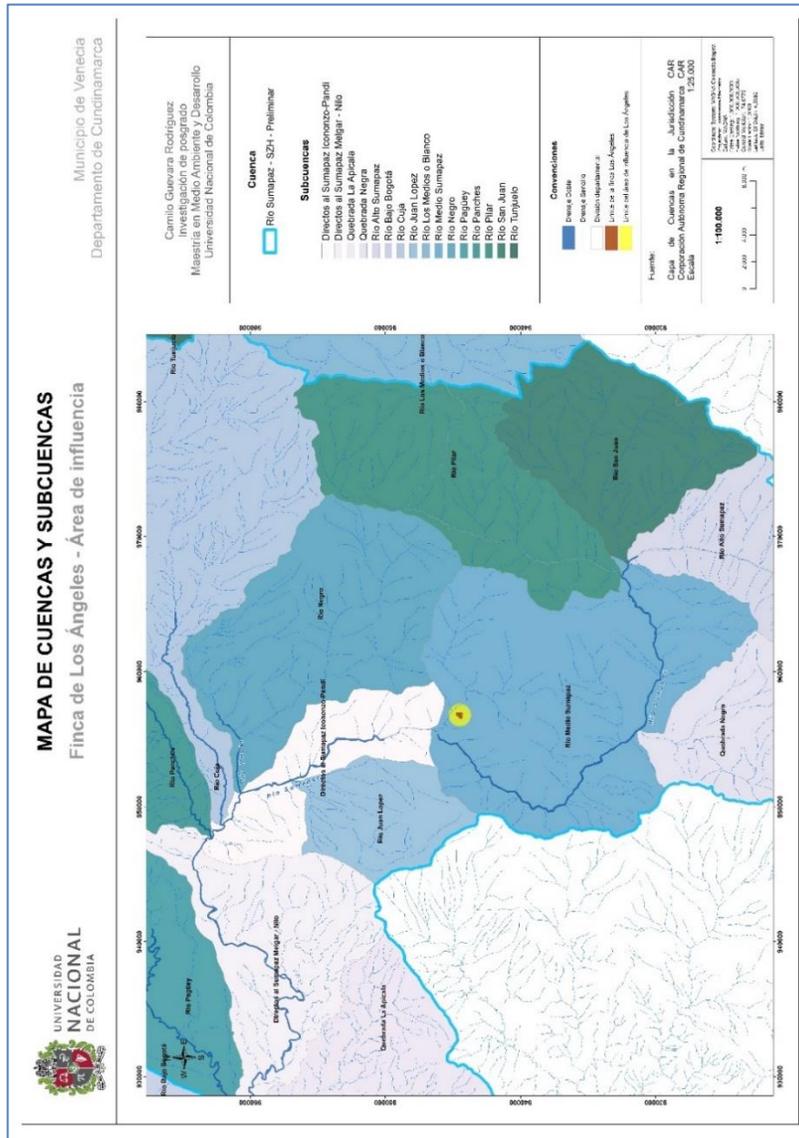
(Fuente: León- Sicard, 2021).

I. Anexo: Mapa cuencas hidrográficas. FBV



(Fuente: El Autor, 2022).

J. Anexo: Mapa cuencas hidrográficas. FLA



(Fuente: El Autor, 2022).

K. Anexo: Ficha técnica. Simmental



La diversidad genética de la raza Simmental hace que sean ideales para realizar un programa de cruzamiento genético

Al cruzar con animales con genética Bos indicus como Brahman, los terneros producidos pueden alcanzar pesos altos al destete, crecimiento eficiente, vidas largas y productivas y se tendría una adaptabilidad excepcional al clima del trópico

Esta ficha técnica ha sido creada mediante el Proyecto **MEJORAR EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL GANADO VACUNO DE HONDURAS** que busca mejorar rendimientos en sacrificio a través del: balance de nutrientes de una dieta balanceada, mejorar la utilización de materias primas, facilitar dietas balanceadas económicas, utilizar materias primas locales, utilizar tecnologías actuales para el manejo animal, charlas educativas y asistencia técnica. Este Proyecto es financiado por el **PROGRAMA NACIONAL DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL GOBIERNO DE HONDURAS**.

Para mayor información sobre la raza **SIMMENTAL**, como adquirir ejemplares, semen y embriones de esta genética o respecto a sus necesidades particulares por favor consulte al equipo técnico de la Universidad de Texas Tech.



Ficha Técnica No. 2
RAZA SIMMENTAL

- ✓ La raza Simmental se caracteriza por ser de marco grande, los animales viejos pueden alcanzar pesos de 900-1300 kg.
- ✓ El color de estos animales puede variar pero usualmente son de color rojo o Amarillo con marcas blancas en sus caras.
- ✓ Esta raza es conocida por su temperamento dócil.
- ✓ Los animales Simmental son muy fuertes y se caracterizan por su crecimiento rápido y al igual, su vida reproductiva es larga.
- ✓ Las hembras de esta raza se caracterizan por rendimiento alto de producción de leche y su fuerte instinto maternal lo cual contribuye en gran parte con el crecimiento del ternero.
- ✓ Es una raza que se adapta muy fácil ya sea a climas calientes, húmedos, fríos, o secos.

¿Por qué debería criar animales SIMMENTAL?

- ✓ La Resistencia y longevidad de los animales Simmental disminuye la tasa de reemplazo en el hato. Cuanto más tiempo una vaca puede ser reproductiva, menos vacas tendrá que comprar para reemplazar las de descarte.
- ✓ Son hembras que alcanzan madurez más rápido y con buen instinto maternal producen terneros que pueden ser destetados a pesos altos. Estas vacas son muy eficientes en su reproducción y se podían preñar cada año. El estándar del hato de ganado de carne en EEUU (que está influenciado por la genética de Simmental) es lograr pesos de destete de unos 615 lbs.
- ✓ Los animales de esta raza producen altos rendimientos de carne roja magra. Son animales con musculatura alta que han sido cruzados para producir altos rendimientos de carne sin sacrificar calidad.
- ✓ Los Simmental son animales muy eficientes. Pueden ser productivos en climas calientes con cantidad de forraje moderada o cantidad de forraje limitada. Convierten alimento en ganancia muy bien lo cual resulta en altas ganancias diarias de peso. Debido a que son animales muy eficientes en cuanto a crecimiento, tendrían buen desempeño en condiciones de manejo deficientes, pero si las condiciones de manejo son buenas, podrá obtener muchos mejores resultados.
- ✓ A pesar de que sus caras son típicamente blancas, suelen tener pigmentos alrededor de sus ojos lo cual reduce la ocurrencia de muchos problemas oculares causados por la exposición al sol.

PROGRAMA NACIONAL DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA



TEXAS TECH UNIVERSITY

Maria Bueso Ponce
✉ maria.bueso@ttu.edu
☎ 9879 - 2158

Gustavo Valvidia
☎ 9655-2582

(Fuente: Texas Tech, 2023)

L. Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de PRC

Descriptores, evaluación y valores del indicador Prácticas de Conservación de Suelos.

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---|--|---|-------|
| Prácticas de Conservación de Suelos (PCS) | Métodos de control de erosión, aumento de la fertilidad, sistemas de riego | Erosión débil (laminar) o sin evidencias en el 90 -100% de la superficie de la finca. Uso de por lo menos tres o más métodos de control de erosión (zanjas de desviación, andenes, terrazas, coberturas muertas, residuos de cosechas, protección de taludes). Análisis periódicos de suelos. Uso adecuado de materiales orgánicos. Riego controlado. | 10 |
| | | Erosión débil a ligera (laminar) entre el 70 - 89% de la superficie de la finca. Uso de 2 -3 métodos de control de erosión. Análisis anuales de suelos. Uso adecuado de materia orgánica. Riego controlado. | 8 |
| | | Erosión ligera a moderada (laminar, surcos) entre el 50 - 69% de la superficie de la finca. Uso de por lo menos 1 método de control de erosión. Análisis ocasionales de suelos. Poco uso de materia orgánica. Riego controlado. | 6 |
| | | Erosión fuerte (laminar, surcos, calvas, solifluxión) en el 30 - 59% de la superficie de la finca. No usa métodos de control de erosión o análisis de suelos. Bajo uso de materia orgánica. Riego inadecuado. | 3 |
| | | Erosión fuerte a severa (laminar, surcos, calvas, cárcavas, solifluxión) en más del 60% de la superficie de la finca. No usa métodos de control de erosión, análisis de suelos o materia orgánica. Riego inadecuado. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Prácticas de Conservación de Aguas.

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--|--|--|-------|
| Prácticas de Conservación de Aguas (PCA) | Protección de nacederos, cosecha y reciclaje de aguas, balances hídricos, análisis de calidad. Vertimientos. | Posee todos los nacederos, sitios de recarga y rondas de quebradas, ríos y cuerpos de agua protegidos con vegetación natural, realiza prácticas complementarias (cosechas de agua, reciclaje, zanjas de desviación, jagüeyes, pozos, reservorios), utiliza balances hídricos y análisis periódicos de calidad (conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno, pH, temperatura, sólidos suspendidos (coliformes), oxígeno disuelto, N y P total). No hace vertimientos contaminantes. | 10 |
| | | Posee todos los nacederos protegidos con vegetación natural, realiza algunas prácticas complementarias, utiliza balances hídricos, pero no análisis periódicos de calidad o viceversa. No hace vertimientos contaminantes. | 8 |
| | | Posee algunos nacederos protegidos con vegetación natural, realiza pocas prácticas complementarias, no utiliza balances hídricos ni análisis periódicos de calidad. No hace vertimientos contaminantes. | 6 |
| | | Ningún nacedero protegido con vegetación natural, realiza alguna práctica complementaria. No utiliza balances hídricos ni análisis periódicos de calidad. Realiza vertimientos contaminantes. | 3 |
| | | Ningún nacedero protegido, no realiza prácticas complementarias ni utiliza balances hídricos ni análisis periódicos de calidad. Realiza vertimientos contaminantes. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Prácticas de Conservación de la Biodiversidad.

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---|--|--|-------|
| Prácticas de Conservación de la biodiversidad (PCB) | Reforestación, revegetalización, mantenimiento y enriquecimiento de hábitats, integración con protección de especies animales. | Evidencias de seis de las siguientes prácticas: reforestación con especies nativas, manejo de otras coberturas para recuperación natural, introducción intencional de especies nativas (plantas con flores, plantas – trampa – usos varios), uso de plantas aromáticas y medicinales, protección de hábitats para diversas especies animales (pájaros, mamíferos, peces), bancos de germoplasma. | 10 |
| | | Evidencias de 4 a 5 de las prácticas mencionadas | 8 |
| | | Evidencias de 2 a 3 de las prácticas mencionadas | 6 |

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|------------------|--------------------|---|--------------|
| | | Evidencias de por lo menos 1 de las prácticas mencionadas | 3 |
| | | No se utiliza ninguna práctica de conservación de la biodiversidad. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

M. Anexo: Descriptores, evaluación y valores de indicadores de CA

Descriptores, evaluación y valores del indicador Capacidad Económica y Financiera (CEF)

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--|---|--|-------|
| Capacidad Económica y Financiera (CEF) | Ingresos, ahorros, capacidad de crédito y acceso a programas de apoyo | Muy alta capacidad financiera: se cuenta con ingresos económicos y ahorros de dinero, destinado a compra de insumos, materiales y especies destinadas a fortalecer coberturas, acceso a créditos destinados a conservación (rondas, bosques, suelos, entre otros) y acceso a programas de apoyo a procesos de conservación de coberturas en agroecosistemas (PSA, apoyo de ONGs, entre otras). | 10 |
| | | Alta capacidad financiera: se cuenta con tres de las cuatro fuentes de financiamiento direccionadas a procesos de mejoramiento de coberturas | 8 |
| | | Media capacidad financiera: se cuenta con dos de las cuatro fuentes de financiamiento direccionados a procesos de mejoramiento de coberturas. | 6 |
| | | Baja capacidad financiera: cuenta con una fuente de financiamiento. | 3 |
| | | Muy baja capacidad financiera: no cuenta con ninguna fuente interna o externa de financiamiento | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Capacidad Logística (CL)

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--------------------------|---|--|-------|
| Capacidad Logística (CL) | Mano de obra, acceso, medios de transporte, infraestructura | Muy alta capacidad logística: mano de obra disponible constantemente, buenas vías de acceso, disponibilidad de medios de transporte, pose herramientas y equipos para establecer y | 10 |

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|-----------|-------------|---|-------|
| | | mantener coberturas y en las cercanías hay viveros con alta oferta de plantas diversas. | |
| | | Alta capacidad logística: cuenta con tres de las condiciones logísticas necesarias para el establecimiento y mantenimiento de coberturas. | 8 |
| | | Media capacidad logística: cuenta con dos de las condiciones logísticas necesarias para el establecimiento y mantenimiento de coberturas. | 6 |
| | | Baja capacidad logística: solo cuenta con una de las condiciones logísticas necesarias para el establecimiento y mantenimiento de coberturas. | 3 |
| | | Muy baja capacidad logística: no posee condiciones logísticas suficientes para el establecimiento y mantenimiento de coberturas. | 0 |

(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Capacidad de Gestión (CG).

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|---------------------------|---|--|-------|
| | | Muy alta capacidad de gestión Buenas relaciones institucionales, capacidad de conformar alianzas, participación en distintas asociaciones (juntas de acción comunal, juntas de acueducto, redes de reservas de la sociedad civil, otras), acceso a información sobre agrobiodiversidad, sistemas de planificación interna de la finca para definir espacios y tiempos de reforestación o rotación de coberturas. | 10 |
| Capacidad de Gestión (CG) | Relaciones institucionales, asociatividad, información y planeación | Alta capacidad de gestión: se cuenta con tres factores de gestión orientados a propósitos de instalación y mantenimiento de las coberturas. | 8 |
| | | Media capacidad de gestión: se cuenta con dos factores de gestión orientados a propósitos de instalación y mantenimiento de las coberturas. | 6 |
| | | Baja capacidad de gestión: se cuenta con un factor de gestión orientados a propósitos de instalación y mantenimiento de las coberturas. | 3 |
| | | Muy baja capacidad de gestión: No se aborda ningún factor de gestión para propósitos de instalación y mantenimiento de las coberturas. | 0 |

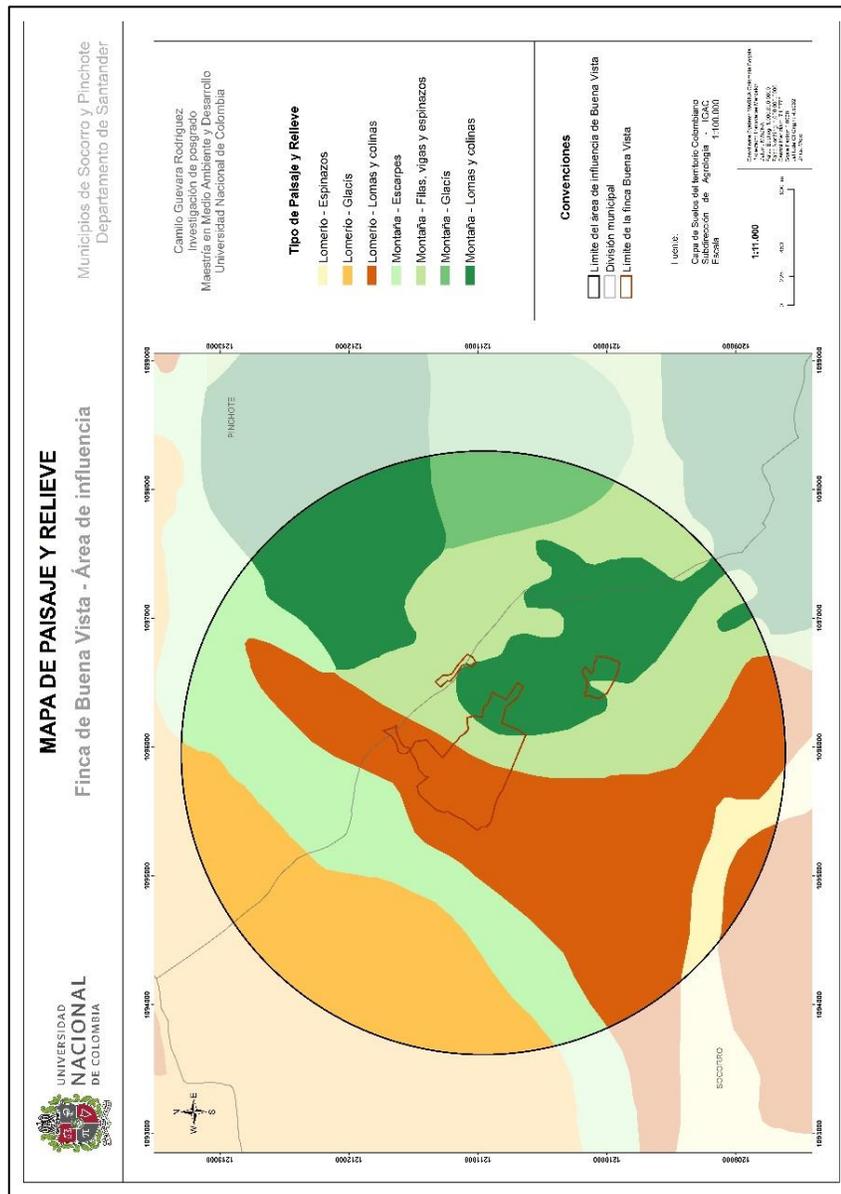
(Fuente: León- Sicard, 2021).

Descriptores, evaluación y valores del indicador Acceso a Asistencia Técnica Agroecológica (AATA)

| Indicador | Descripción | Categorías de evaluación | Valor |
|--|-------------------------------------|--|-------|
| Acceso a Asistencia Técnica Agroecológica (AATA) | Oferta, calidad, frecuencia, acceso | Muy alto AATA hay muy alta oferta de asistencia técnica de muy buena calidad y presencia de instituciones de fomento con programas orientados a la agrobiodiversidad en el contexto local (SENA, ONG, universidades, otros), que se ofrece con facilidades y de forma frecuente. | 10 |
| | | Alto AATA: hay alta oferta de asistencia técnica de muy buena calidad y presencia de instituciones de fomento con oferta de programas orientados a la agrobiodiversidad en el contexto local, pero de baja frecuencia. | 8 |
| | | Medio AATA: hay moderada oferta de asistencia técnica y presencia de instituciones de fomento con oferta de programas orientados a la agrobiodiversidad, pero de difícil acceso y baja frecuencia. | 6 |
| | | Bajo AATA: poca o muy poca oferta de asistencia técnica o programas orientados a la agrobiodiversidad, de difícil acceso y escasa frecuencia. | 3 |
| | | Muy bajo AATA: no hay oferta de asistencia técnica ni presencia de instituciones de fomento con oferta de programas orientados a la agrobiodiversidad. | 0 |

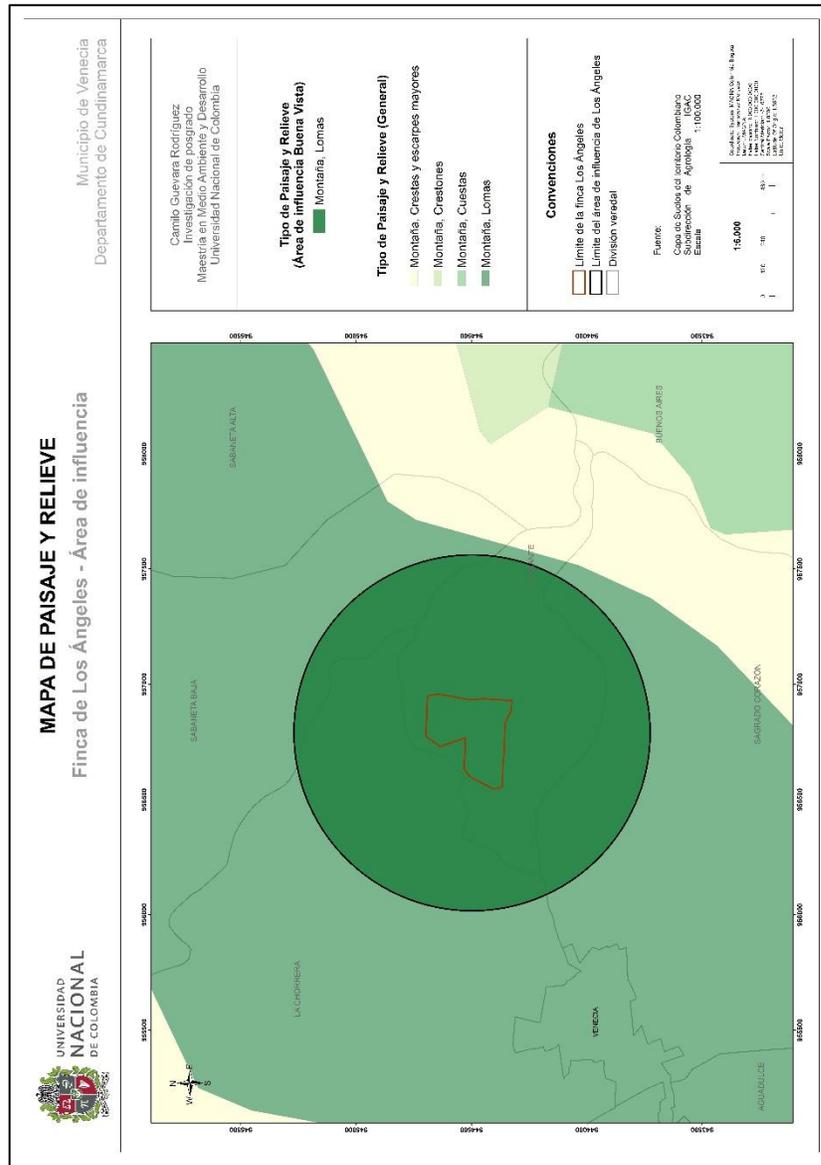
(Fuente: León- Sicard, 2021).

P. Anexo: Paisaje y relieve. FBV



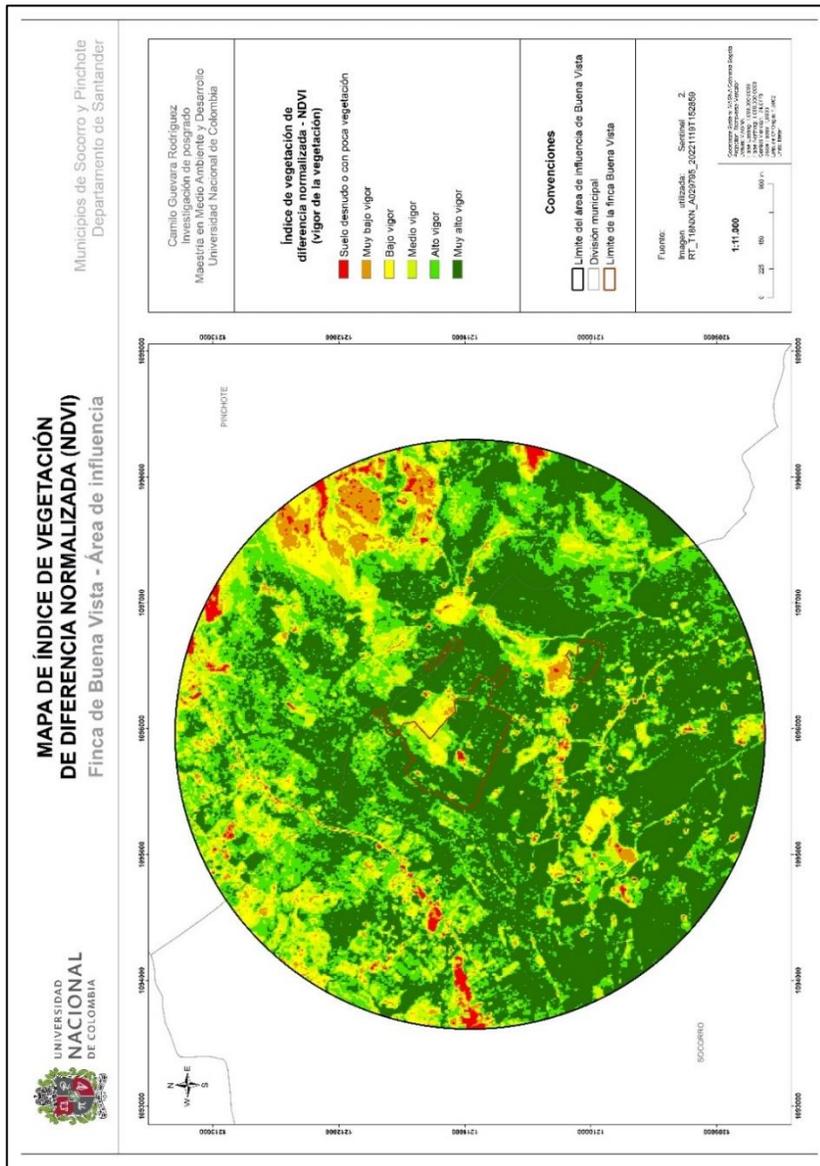
(Fuente: El Autor, 2022).

Q. Anexo: Paisaje y relieve. FLA



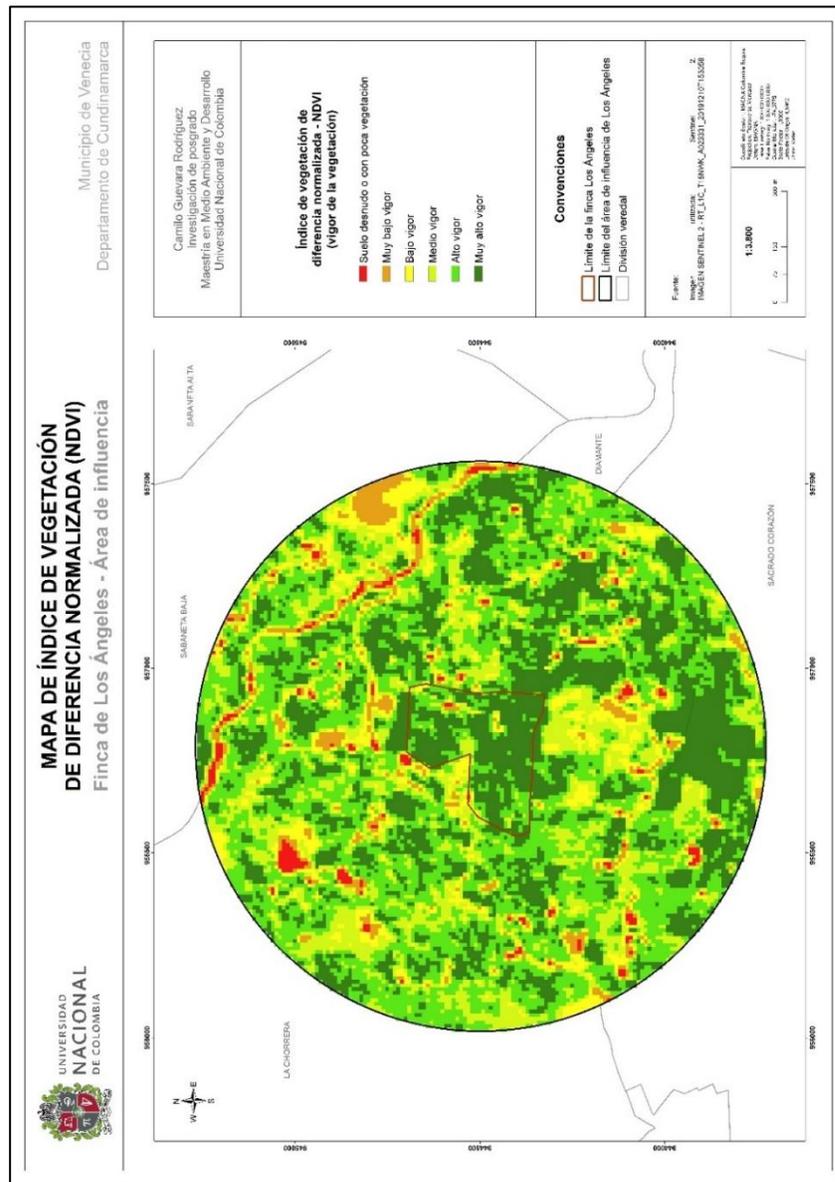
(Fuente: El Autor, 2022).

T. Anexo: Índice NDVI. FBV - AI



(Fuente: El Autor, 2022).

U. Anexo: Índice NDVI. FLA - AI



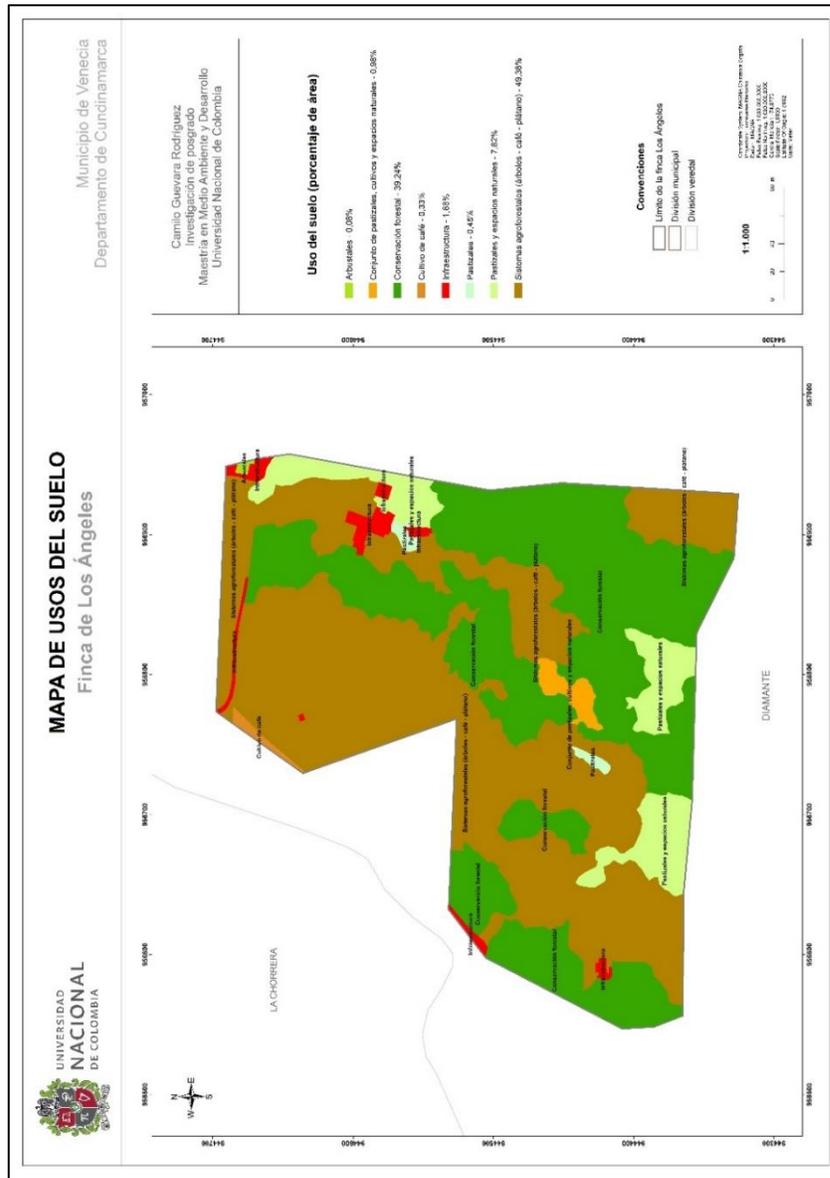
(Fuente: El Autor, 2022).

X. Anexo: Mapa usos del suelo. FBV



(Fuente: El Autor, 2022).

Y. Anexo: Mapa usos del suelo. FLA



(Fuente: El Autor, 2022).