



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Agrobiodiversidad de sistemas ganaderos y conectividad de remanentes de bosque seco tropical en Pivijay, Magdalena

Silvia Melina Suárez Ramírez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económica, Instituto de Estudios Ambientales
Bogotá, Colombia
2022

Agrobiodiversidad de sistemas ganaderos y conectividad de remanentes de bosque seco tropical en Pivijay, Magdalena

Silvia Melina Suárez Ramírez

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:
Dr. Tomás Enrique León Sicard

Línea de Investigación:
Estudios Ambientales Agrarios

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económica, Instituto de Estudios Ambientales
Bogotá, Colombia
2022

(Dedicatoria)

*A mi hermosa madre que se encuentra en el cielo,
donde espero haya muchos árboles de bosque
seco y tropical. A mi padre y hermano que se
quedaron aquí en la tierra para cuidarme y
consentirme*

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.

Firma digital en el documento PDF

Silvia Melina Suárez Ramírez

Fecha: 02 de agosto del 2022

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Tomás León, por su guía, paciencia y gran aprendizaje que me queda para todo la vida.

Al IDEA y a la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo por permitirme abrir mi perspectiva sobre lo que realmente significa estudiar el ambiente.

A Don Aurelio De la Hoz, por abrirme las puertas de Pivijay y enseñarme desde su experiencia lo mucho que tenemos que transformar.

A todos los propietarios ganaderos, que al contrario de lo que me esperaba, estuvieron muy receptivos y con toda la calidez del mundo me dejaron explorar sus fincas y respondieron amablemente y con sinceridad a mis preguntas. Aprendí mucho de cada uno de ellos.

Al Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y a la Fundación Alejandro Ángel Escobar por apoyar financieramente e impulsar esta investigación.

A los profesores Nelly Rodríguez y Orlando Rivera, del departamento de Biología, por su apoyo en las metodologías del paisaje y la identificación taxonómica de las especies.

A los trabajadores de las fincas, que me acompañaron por los recorridos, que me permitieron observar las actividades de la faena ganadera y que me brindaron otra perspectiva.

A las personas con las que me encontré en el campo y que hicieron de mi estadía en él algo maravilloso.

A mis amigos por su constante apoyo durante todo este proceso.

A mi amor Esteban, por apoyarme y seguir creyendo en que lo que hacía con este trabajo era valioso, así yo dudara tantas veces.

Resumen

Título en español: Agrobiodiversidad de sistemas ganaderos y conectividad de remanentes de bosque seco tropical en Pivijay, Magdalena

La ganadería en Colombia es uno de los principales impulsores de la degradación, pero también representa el sustento e identidad de muchas comunidades rurales del país. Es una prioridad la necesidad de transformar esta actividad económica desde las bases agroecológicas y con miras a su aporte en la restauración integral de los paisajes, especialmente en aquellos donde se ubican ecosistemas estratégicos como lo es el Bosque Seco Tropical (Bs-T). En este trabajo se estudiaron los factores culturales y ecosistémicos del manejo de la agrobiodiversidad dentro de doce agroecosistemas ganaderos en Pivijay, Magdalena. Este estudio se realizó a través de una herramienta novedosa como lo es la EAP, cuya esencia como indicador ambiental requirió del empleo de metodologías diversas como el uso de SIG, recorridos de campo y métodos etnográficos. Para establecer la relación de la EAP con el paisaje, se realizó una aproximación a la conectividad del Bs-T con el uso de métricas del paisaje. Los resultados principales resaltan el moderado a bajo desarrollo de la EAP de los agroecosistemas estudiados, cuya transformación se verá mediada principalmente por la transformación de variables culturales como las prácticas ganaderas y de conservación. A través de un diseño participativo de la EAP potencial, y desde la perspectiva de los productores se identifican los retos, que implicaría el establecimiento de prácticas silvopastoriles para realizar dicha transición. Por último, se reconoció que desde la unidad del agroecosistema es posible planear y ejecutar acciones encaminadas al mejoramiento de la conectividad del Bs-T, trascendiendo los límites físicos e influyendo en los patrones generales que se observan a escala de paisaje.

Palabras clave: agroecosistema ganadero, EAP, silvopastoriles, conectividad del Bs-T.

Abstract:

Título en inglés: Agrobiodiversity of livestock systems and connectivity of tropical dry forest remnants in Pivijay, Magdalena

In Colombia cattle ranching is one of the main drivers of degradation, but it also represents the livelihood and identity of many rural communities in the country. The need to transform this economic activity based on agroecological science and looking for its contribution to the restoration of landscapes is critical, especially in those where strategic ecosystems such as the Tropical Dry Forest (TDF) are located. In this work, the cultural and ecosystem factors of agrobiodiversity management within twelve livestock agroecosystems in Pivijay, Magdalena were studied. This study was carried out through a novel tool such as the EAP, whose deeply environmental essence required the use of diverse methodologies such as the use of GIS, field work and ethnographic methods. Additionally, an approximation to the TDF connectivity was made with the use of landscape metrics. The main results highlight the moderate to low development of the EAP of the agroecosystems studied, whose transformation will be mediated mainly by the transformation of cultural variables such as livestock and conservation practices. Additionally, in a participatory design of the potential EAP, together with the producers, challenges are identified, mainly of an institutional nature, which would require to be overcome, if the establishment of silvopastoriles practices is the strategy chosen. Finally, it was recognized that from the agroecosystem, it is possible to plan and execute actions aimed at improving Bs-T connectivity, transcending physical limits, and influencing the general patterns observed at the landscape scale.

Keywords: agroecosystem, EAP, silvopastoral practices, TDF connectivity.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO GENERAL	3
2.1. LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA	3
2.1.1. El pensamiento ambiental	3
2.1.2. La agroecología como una ciencia ambiental	4
2.1.3. El agroecosistema y su estructura agroecológica principal	6
2.2 LA GANADERÍA Y SUS EFECTOS AMBIENTALES	7
2.2.1. Efectos ambientales del sistema convencional ganadero	8
2.2.2. Los sistemas silvopastoriles agroecológicos	9
2.3 EL BOSQUE SECO TROPICAL	10
2.3.1 Características generales	10
2.3.2. Dinámica sucesional y potencial de regeneración	11
2.3.3. Aspectos socioeconómicos	12
2.4 LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE:	12
2.4.1. Mapeo social de la conectividad:	13
3. METODOLOGÍA	14
3.1. OBJETIVO 1: ANALIZAR LOS PRINCIPALES FACTORES ECOSISTÉMICOS Y CULTURALES QUE DEFINEN LA COMPOSICIÓN Y MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS GANADEROS DE PIVIJAY.	15
3.1.1. Selección de los agroecosistemas estudiados	15
3.1.2. Consecución de información secundaria e insumos espaciales	15
3.1.3. Determinación de la Estructura Agroecológica Principal del agroecosistema mayor	16
3.1.3.1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP)	17
3.1.3.2. Extensión de los Conectores Externos (ECE)	20
3.1.3.3. Extensión de los Conectores Internos (ECI)	21
3.1.3.4. Diversificación de los Conectores Externos (DCE) e Internos (DCI)	22
3.1.3.5. Usos del Suelo (US)	25
3.1.3.6. Prácticas de Manejo Ganadero (PMg)	26

3.1.3.7. Prácticas de Conservación (PRC)	27
3.1.3.8. Percepción, Conciencia y Conocimiento (CON)	28
3.1.3.9. Capacidad de Acción (CA)	29
3.1.3.10. Determinación del grado de desarrollo de la EAP	30
3.1.4. Análisis de los factores culturales de la EAP	30
3.2. OBJETIVO 2: ESTABLECER CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE UN SSP POTENCIAL, QUE RESPONDA A LAS CONDICIONES LOCALES DEL SISTEMA GANADERO.	31
3.2.1. Diseño e Implementación de un Taller con los Productores Ganaderos	31
3.2.2. Mapeo del paisaje social desde la perspectiva de los ganaderos	33
3.3. OBJETIVO 3: ESTUDIAR LAS RELACIONES DEL SSP PROPUESTO CON LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE LOS REMANENTES DE BOSQUE SECO TROPICAL.	33
3.3.1. Descripción de la Conectividad Ecológica Estructural	33
3.3.1.1. Creación del insumo base y clasificación de las coberturas del Bs-T	34
3.3.1.2. Selección y cálculo de las métricas del paisaje	35
3.3.1.3. Definición de objetos de Conservación y valoración	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. CONTEXTO AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	38
4.1.1. Contexto geofísico	38
4.1.2. Contexto ecosistémico	38
4.1.3. Contexto histórico	40
4.1.4. Contexto socioeconómico	41
4.2 DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN LOS AGROECOSISTEMAS GANADEROS ESTUDIADOS	43
4.2.1 Conexión a la Estructura Ecológica del Paisaje	46
4.2.2. Extensión y Diversificación de los Conectores Externos e Internos del agroecosistema	47
4.2.3. Usos del Suelo	50
4.2.4. Prácticas de Manejo Ganadero	52
4.2.5 Prácticas de Conservación	55
4.2.6. Percepción, Conciencia y Conocimiento sobre la Biodiversidad	56
4.2.7. Capacidad de Acción	57

4.3. DISEÑO DE LA EAP POTENCIAL DEL AGROECOSISTEMA GANADERO A TRAVÉS DE PRÁCTICAS SILVOPASTORILES.	59
4.3.1 Oportunidades y limitantes en la implementación de la EAP potencial	63
4.4. IMPLICACIONES DE LA EAP POTENCIAL EN LA CONECTIVIDAD DE REMANENTES DE BS-T	66
4.4.1. Descripción del estado del Bs-T en el paisaje ganadero de Pivijay.	67
4.4.2. Cómo los agroecosistemas ganaderos pueden fomentar la conectividad del Bs-T en Pivijay a través de la EAP potencial	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. CONCLUSIONES	76
5.2. RECOMENDACIONES	77
ANEXOS	91

Listado de Tablas

Tabla 3.1.3.1. Criterios ecosistémicos y culturales que componen la EAP. Fuente: León-Sicard (2021).	16
Tabla 3.1.3.1.1. Rangos de valoración de la CEEP. Fuente: León-Sicard 2021.	19
Tabla 3.1.3.1. Rangos de valoración de la ECE. Fuente: la autora.	21
Tabla 3.1.3.3.1. Rangos de valoración de la ECI. Fuente: León-Sicard (2021).	22
Tabla 3.1.3.4.1. Descripción y categorías de evaluación para los indicadores Diversidad de Conectores Externos (DCE) y diversidad de conectores internos (DCI). Fuente: León-Sicard (2021).	24
Tabla 3.1.3.5.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de usos del suelo (US). Fuente: León-Sicard (2021).	26
Tabla 3.1.3.6.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de prácticas de manejo ganadero (PMg). Fuente: León-Sicard (2021).	27
Tabla 3.1.3.7.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de prácticas de conservación (PRC). Fuente: León-Sicard (2021).	28
Tabla 3.1.3.8.1. Descripción y rangos de valoración para el indicador de percepción, conciencia y conocimiento (CON). Fuente: León-Sicard (2021).	29
Tabla 3.1.3.9.1. Descripción y rangos de valoración para el indicador de capacidad de acción (CA). Fuente: León-Sicard (2021).	29
Tabla 3.1.2.10.1. Rangos de valoración del grado de desarrollo de la EAP. Fuente: León-Sicard (2021).	30
Tabla 3.3.1.2.1. Métricas seleccionadas para la descripción del paisaje de Bs-T en Pivijay posterior al análisis de correlación. Fuente la autora, modificado de la literatura.	36
Tabla 4.2.1. Información general de los agroecosistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.	43
Tabla 4.2.2. Valores de desarrollo de la Estructura Agroecológica Principal en 12 fincas ganaderas estudiadas en Pivijay (Magdalena). Fuente: la autora.	44
Tabla 4.2.2.1. Listado de especies arbóreas que típicamente hacen parte de los conectores de las fincas ganaderas en Pivijay. Fuente: la autora.	48
Tabla 4.2.3.1. Especies de gramíneas que suelen componer las pasturas de los sistemas ganaderos estudiados en Pivijay. Fuente: la autora.	52
Tabla 4.2.1. Métricas del paisaje por tipo de cobertura de vegetación para el municipio de Pivijay Fuente: la autora	68
Tabla 4.2.2. Métricas del paisaje por tipo de cobertura de vegetación para el sector específico de estudio. Fuente: la autora.	68

Listado de Figuras

Figura 3.1. Diagrama de flujo de la metodología de este trabajo, organizada por cada objetivo específico. Fuente: la autora.	14
Figura 3.1.3.1.1. Ejemplo del método de estimación del área de influencia de la finca Albania. Fuente: la autora.	17
Figura 3.1.3.1.2. Ejemplo de identificación de coberturas y determinación de los centros de los polígonos en el área de influencia de la finca Albania. Fuente: la autora.	18
Figura 3.1.3.2.1. Ejemplo de conectores externos presentes en el agroecosistema ganadero Villa Chana. Fuente: la autora.	20
Figura 3.1.3.3.1. Ejemplo de conectores internos presentes en el agroecosistema ganadero Villa Chana. Fuente: la autora.	22
Figura 3.1.3.4.1. Propietarios y trabajadores de las fincas que acompañaron los recorridos y apoyaron la toma de muestras botánicas. Fuente: la autora.	25
Figura 3.2.1.1. Taller de socialización y planificación participativa con los productores ganaderos.	33
Figura 3.3.1.1. Coberturas de la tierra CLC para el municipio de Pivijay. Insumo base para la identificación de los remanentes y el cálculo de las métricas de paisaje. Fuente: la autora.	34
Figura 4.1.1. Localización del área de estudio y de los doce sistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.	39
Figura 4.2.1. Representación gráfica de los resultados de los 10 indicadores de la EAP de las dos fincas mejor calificadas. Fuente: la autora.	45
Figura 4.2.2. Representación gráfica de los resultados de los 10 indicadores de la EAP de las dos fincas peor calificadas. Fuente: la autora.	46
Figura 4.2.1.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con alta CEEP (Villa de Leyva) y otro con baja CEEP (El Milagro). Fuente: la autora.	46
Figura 4.2.2.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con conectores (segmentos verde) moderadamente continuos (Sagrado Corazón) y uno con presencia de conectores muy incipiente (Gaira). Fuente: la autora.	47
Figura 4.2.2.2. Ejemplos de los tipos de conectores usualmente encontrados en los sistemas ganaderos. A la izquierda un conector denso de un solo estrato y una sola especie (<i>S. glutinosa</i>). A la derecha un conector multiestratificado. Fuente: la autora.	50
Figura 4.2.3.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con coberturas favorables para la agrobiodiversidad (Sagrado Corazón) y uno con pasturas en monocultivo (Gaira). Fuente: la autora.	51
Figura 4.2.4.1. Proporción de productores que implementan en sus fincas las prácticas de manejo más importantes de los agroecosistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.	53
Figura 4.2.5.1. Proporción de productores que implementan en sus fincas las prácticas de conservación. Fuente: la autora	55
Figura 4.2.7.1. Proporción de productores que responden positivamente a las variables que incrementan o limitan su capacidad de acción. Fuente: la autora	58

Figura 4.3.1. La EAP actual (izquierda) y la EAP potencial de Villa de Leyva.	60
Figura 4.3.2. La EAP actual (izquierda) y la EAP potencial de El Milagro.	62
Figura 4.3.1.1. Diagramación de las oportunidades, limitantes y requerimientos al establecimiento de modelos SSP desde la perspectiva de los productores ganaderos. Fuente: la autora y los participantes del taller.	64
Figura 4.2.1. Clasificación de las coberturas de vegetación en el área de estudio, basada en la clasificación de coberturas para el municipio de Pivijay. Fuente: la autora.	67
Figura 4.4.2.1. Fragmentos de Bs-T priorizados en relación con las fincas estudiadas a través de la EAP. Fuente: la autora.	71
Figura 4.4.2. Mapeo social de paisaje desde la perspectiva de los productores ganaderos que participaron en el taller. Fuente: la autora y los participantes del taller.	74

Listado de Siglas

BD	Biodiversidad
Bs-T	Bosque Tropical Estacionalmente Seco
CC	Cambio Climático
CE	Conectividad Ecológica
CEEP	Conectividad a la Estructura Ecológica Principal del Paisaje
CGSM	Ciénaga Grande de Santa Marta
CIPAV	Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles para la Producción Agropecuaria
CORPAMAG	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
DCE	Diversificación de los Conectores Externos
DCI	Diversificación de los Conectores Internos
EAP	Estructura Agroecológica Principal del Agroecosistema
ECE	Extensión de los Conectores Externos
ECI	Extensión de los Conectores Internos
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos
POMCA	Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica
RAMSAR	Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional
SSP	Sistemas Silvopastoriles
SSPi	Sistemas Silvopastoriles Intensivos
UMATA	Unidad municipal de Asistencia Técnica

1. INTRODUCCIÓN

La superficie de tierra degradada en el mundo sigue aumentando con la ampliación de la frontera agrícola y la apertura de las zonas de pastoreo en detrimento de las coberturas naturales (IPBES, 2018). Por tal motivo la ganadería representa uno de los impulsores más importantes de la deforestación y transformación de los ecosistemas terrestres del planeta (FAO, 2014; Steinfeld et al., 2009) y de Colombia (González et al., 2011). Dentro de estos, el bosque seco tropical (Bs-T) es quizás uno de los más afectados, situación crítica teniendo en cuenta su alto grado de amenaza a nivel global (Sánchez-Azofeifa et al., 2005), el endemismo de su biodiversidad (Pennington et al., 2009), su alta tasa de fragmentación y su bajo porcentaje de remanencia a nivel nacional (García et al., 2014).

Una de las regiones en las que el bosque seco tropical ha sido más afectado, se encuentra en la zona norte del país, especialmente en las áreas ganaderas de la llanura Caribe. Allí y en particular en el municipio de Pivijay, en donde la ganadería es la principal actividad económica y también la mayor fuente de empleo rural (Alcaldía de Pivijay, 2020), se reconoce como una actividad de baja productividad, que afecta fuertemente el suelo y la conservación de los últimos remanentes de bosque seco tropical (Berdugo-lattke & Rangel-Ch, 2015).

Sin embargo, a pesar de ser una de las principales causas de la degradación del Bs-T, la ganadería también representa uno de los sectores económicos más importantes para la ruralidad, siendo fuente importante de empleo (Zuluaga & Etter, 2016), por ser parte de la diversificación productiva de muchos agricultores (Bermúdez et al., 2017; Fonseca-Carreño et al., 2019) y en algunas regiones incluso representando parte esencial de la cultura e identidad (Pérez, 2016). Debido a ello la restauración ecológica del bosque seco tropical no solo se enfrenta a fuertes limitantes ecológicas (Díaz-Triana et al., 2019), sino a la vez a retos de planificación e inclusión productiva, en proyectos que logren alcanzar tanto objetivos en conservación de la biodiversidad, así como metas sociales (Andrade et al., 2018; Rojas, 2015).

En el país, el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles para la Producción Agropecuaria (CIPAV) e instituciones asociadas, han venido desarrollando estudios en sistemas silvopastoriles (SSP) y otros modos de prácticas ganaderas sustentables en fincas demostrativas que han demostrado ser una muy buena estrategia para la restauración de los paisajes ganaderos (Chará et al., 2015; Murgueitio et al., 2015; Uribe et al., 2011). Con la promoción de los SPP, el sector ganadero adquiere un alto potencial para frenar y remediar la degradación de la tierra, basado en su impacto espacial (Calle et al., 2012) y teniendo en cuenta que será una de las cadenas productivas con mayor demanda a futuro (Gerber et al., 2013)

Debido a que este tipo de prácticas sustentables suelen aplicarse a escala de finca (León-Sicard, 2012), la gestión de la agrobiodiversidad de los sistemas ganaderos a nivel predial ofrece una base para la facilitación y optimización en la aplicación de los SPP u otras prácticas (Calle et al., 2013). En estos procesos, la participación de los productores, la consideración de los contextos específicos locales y la importancia del papel de la agrobiodiversidad en la transición productiva abre caminos para entender cómo, desde la escala de finca, es posible aportar a la planeación integral del paisaje, por ejemplo, en el contexto de la recuperación de los servicios ecosistémicos y el aseguramiento de la multifuncionalidad del paisaje (de Groot et al., 2010; Melo et al., 2019).

Por lo tanto, este trabajo utiliza un índice desarrollado para la escala de finca, la Estructura Agroecológica Principal del agroecosistema mayor (EAP), para estudiar variables de orden ecosistémicos y cultural que intervienen en el manejo de la agrobiodiversidad. Esta aproximación ambiental al estudio de los sistemas de ganadería bovina, aplicados en el municipio de Pivijay, busca identificar estrategias de manejo y propuestas alternativas, en las que se promuevan usos del suelo que incrementen la conectividad entre los remantes de Bs-T.

En consecuencia, el objetivo general de esta investigación fue estudiar las características de la agrobiodiversidad de los sistemas de ganadería en Pivijay y sus implicaciones en la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) que promuevan la conectividad del bosque seco tropical. Específicamente se propuso: 1. Analizar los principales factores ecosistémicos y culturales que definen la composición y manejo de la agrobiodiversidad de los sistemas ganaderos de Pivijay. 2. Establecer características generales de la agrobiodiversidad de un SSP potencial, que responda a las condiciones locales del sistema ganadero. 3. Estudiar las relaciones del SSP propuesto con la conectividad ecológica de los remanentes de bosque seco tropical.

El trabajo, realizado entre el 03 de julio y el 19 de noviembre del 2021, estuvo afectado por las restricciones de movilidad generadas a nivel mundial por la pandemia del virus SARS 2 Covid-19 que dificultó parcialmente el acceso a algunas fincas ganaderas de la región.

2. MARCO GENERAL

2.1. LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA

En los párrafos siguientes se presentan los fundamentos teóricos principales en los que se basa la investigación, que se apoya en el pensamiento ambiental latinoamericano. Se abordan, igualmente, conceptos relacionados con la agroecología y se exponen la base filosófica y la metodología del índice EAP, aplicado para establecer las características de la agrobiodiversidad en las fincas seleccionadas. Finalmente, en secciones posteriores, se describen las características generales de los sistemas ganaderos y silvopastoriles, al igual que las características de funcionalidad y conectividad con el bosque seco tropical.

2.1.1. El pensamiento ambiental

La dimensión o condición ambiental ha intentado reconocer, entender e interpretar las complejas relaciones que se establecen entre los ecosistemas y las culturas, estas últimas entendidas como todo el entramado de símbolos, organización humana y tecnología (Angel, 1996). Los ecosistemas como la expresión máxima de la naturaleza y la cultura como el mecanismo que le ha permitido al ser humano adaptarse a ella y modificarla hasta grados muy profundos. Esa historia de modificación o transformación de la naturaleza ha estado caracterizada por el desligamiento de los procesos regulatorios que gobiernan los ecosistemas y el rompimiento de las cadenas tróficas, como sucede desde los primeros actos de recolección de bienes naturales efectuados por los grupos de cazadores – recolectores, pasando por las sociedades agrarias antiguas y los diferentes imperios agrarios hasta las sociedades centralizadas contemporáneas (Ángel, 1995). Este desligamiento, más adelante en la historia, comienza a denominarse como una crisis ambiental, que de fondo es una crisis cultural (Angel, 1996) o civilizatoria (Eschenhagen, 2012).

Como una propuesta latinoamericana para el abordaje de la problemática ambiental, el pensamiento ambiental surge en los años 70 a partir de la teoría de la dependencia, pero buscando una emancipación del modelo hegemónico y dominante de la racionalidad moderna occidental, producto de las ideas eurocéntricas sobre cómo se debe conocer, interpretar y relacionarse con la naturaleza. Esta afirmación le da al pensamiento ambiental un fuerte sentido de identidad y apropiación desde los territorios del sur (Leff, 2009). Si el objetivo es construir un nuevo pensamiento, entonces se hace necesario deconstruir la racionalidad económica y el conocimiento instrumentalista del mundo, permeado en nuestra cultura a través de los procesos históricos de la conquista, la colonización y en los últimos tiempos de la globalización.

El pensamiento ambiental reconoce que las soluciones a las problemáticas ambientales no las puede otorgar el optimismo tecnológico y tampoco la teoría ecológica (Leff, 2000), a quienes se les asignó erróneamente la tarea desde un principio. En cambio, si el origen de las problemáticas es una crisis cultural, probablemente de ella misma deban surgir las alternativas y respuestas que se requieren. Para ello es necesario un encuentro de disciplinas y conocimientos, o diálogo de saberes, donde se reconozca la diversidad, la subjetividad y las prácticas culturales tradicionales. Este diálogo de saberes implica una mirada holística, integradora y multidiversa sobre las complejas temáticas de la vida, en donde primen los principios del respeto, la solidaridad y la cooperación (León-Sicard, 2009; Noguera Echeverri, 2007).

Finalmente, es importante resaltar que desde la dimensión ambiental no se pretende aislar al ser humano con estrategias de conservación reduccionistas como solución. Por el contrario, se pretende entenderlo y comprender su verdadera responsabilidad en el cuidado de la vida (Ángel, 1996). La dimensión y el pensamiento ambiental en sí mismos quieren buscar la resignificación de la vida y encontrar nuevos sentidos de esta que oriente nuestras acciones hacia un mejor futuro (Leff, 2009).

2.1.2. La agroecología como una ciencia ambiental

La agricultura es una de las múltiples formas de adaptación humana al medio. En ella se seleccionan plantas (y animales) de interés sobre otras especies, desarticulando las cadenas tróficas. De este proceso aparecen los conceptos de plaga y maleza, que no son conceptos ecosistémicos, sino más bien expresiones de dicha desarticulación. La agricultura en el Neolítico representa el paso del cazador y recolector al ser humano que construye las grandes ciudades y los grandes imperios. Estas nuevas ciudades dependieron fuertemente, y aún hoy probablemente siempre lo hagan, de la producción de la agricultura. A pesar de ello los espacios urbanos parecen cada vez más alejados e indiferentes de lo que sucede en la ruralidad (Ángel, 1995).

Aunque no hay una actividad más ambiental que la agricultura, la agronomía tradicional no ha podido comprenderla de esta manera, al estudiar factores aislados como el suelo, el clima y las variedades y su relación única con la productividad. Sin embargo, la agricultura es la expresión de una profunda relación entre el ser humano y el resto de la naturaleza. Desde la dimensión ambiental entonces, la agricultura debe preguntarse por los límites biofísicos y ecosistémicos a los que está sujeta y a la vez por sus efectos sobre los tres componentes de la cultura (símbolos, organización y tecnología) y las consecuencias que estos tienen sobre ella. Por otra parte, el ambientalismo establece las bases conceptuales requeridas para un cambio del modelo de desarrollo agrario dominante, preocupado únicamente por la idea del crecimiento económico y la productividad (León-Sicard, 2009, 2012).

La preocupación por la productividad se vio reflejada en la revolución verde (RV), término acuñado en la segunda mitad del siglo XX para hacer referencia al incremento en la productividad de cereales como el trigo y el arroz, apoyado en fuertes impulsos de capital y tecnología y en la adopción generalizada de un modelo promovido por casi todas las instituciones de investigación agropecuaria en el mundo.

Entre los constituyentes principales del modelo se pueden nombrar la dependencia de insumos agrotóxicos y fuentes de energía externa y entre sus efectos ambientales negativos se pueden mencionar la contaminación de fuentes hídricas, suelos y alimentos, resistencia y erosión génica de las variedades cultivadas, pérdida de coberturas naturales y con ello de biodiversidad, desplazamiento de prácticas culturales, afectación a la salud de las poblaciones rurales y polarización socioeconómica entre varias otras (León-Sicard, 2012; Sarandón & Flores, 2014).

Como respuesta a las consecuencias que tuvo la RV como modelo dominante en la producción de alimentos, en los años 30 aparecen los primeros trabajos relacionados con la comprensión y aplicación de procesos ecosistémicos a los sistemas de producción agrícola (León-Sicard, 2012). Sin embargo, no es hasta la década de los 70 que algunas instituciones comienzan a integrar los conocimientos tradicionales con el ecológico, lo cual era crítico para el caso de América Latina (Argüello, 2015), donde la ruralidad está dominada por pequeños campesinos que fueron marginados por no tener la capacidad de aplicar la intensiva tecnología promovida desde la RV (Sarandón & Flores, 2014).

Así la agroecología también se convierte en un espacio de rescate del conocimiento tradicional y práctico de los pequeños productores y donde se pueden encontrar múltiples elementos para la sustentabilidad ambiental (Alexandre et al., 2021), donde hay una proposición más a insertarse en la naturaleza que a dominarla (Acevedo Osorio et al., 2020; Callo-Concha, 2018; Clavijo & Pérez, 2015; Unidad de Víctimas, 2021).

La agroecología desde su papel como ciencia ha evolucionado desde una perspectiva puramente técnica, como la aplicación de principios ecológicos al estudio de los agroecosistemas, a una visión más holística en donde la dimensión cultural entra a consideración (Altieri & Toledo, 2011; Argüello, 2015). Es decir, ha evolucionado hasta volverse una ciencia profundamente ambiental, que le permite salir del marco del crecimiento económico y preguntarse por otras variables de índole ecosistémica y cultural que lleven a discutir el concepto de sostenibilidad ecológica (Acevedo-Osorio et al., 2018).

Más que un objetivo, el diseño de agroecosistemas sustentables es casi una necesidad, cuando se comprenden las interacciones que ocurren entre todos los componentes de un agroecosistema (León-Sicard, 2009) y cómo influyen estos en procesos como el reciclaje de nutrientes, la competencia, la simbiosis, las sucesiones ecológicas y, por supuesto, la productividad. Ese diseño sustentable se logra a partir de los siguientes principios de manejo de tipo ecosistémico (Altieri, 2002):

1. Aumento de ciclado de biomasa y optimización del flujo y disponibilidad de nutrientes.
2. Manejo del suelo a través de la incorporación de materia orgánica y la promoción de la actividad biótica del suelo.
3. Minimizar pérdidas de energía del sistema, adecuando microclimas, cosechando agua o manejando el suelo con coberturas.
4. Diversificación (policultivos y agroforestería) a nivel de especies y genes.
5. Aumento de las sinergias e interacciones entre los distintos componentes de la agrobiodiversidad, promoviendo servicios ecológicos fundamentales.

Aunque los anteriores principios se relacionan fundamentalmente con variables ecosistémicas, su eficaz implementación y efecto sobre la productividad, la sustentabilidad, la resiliencia o la estabilidad de los agroecosistemas, dependerán siempre de factores culturales como las políticas, las relaciones sociales, oportunidades, disponibilidad de recursos y las señales de mercado (León-Sicard, 2009). Por esta razón León-Sicard y colaboradores (2014) propuso otros principios de orden cultural referidos a factores éticos, sociales, económicos y políticos. Tales principios, en conjunto, tienden a reducir la dependencia de insumos externos y promueven la aplicación de tecnologías accesibles y locales promoviendo modelos ambientalmente más sustentables, pero también más equitativos (Franco, 2015; Sánchez De Prager et al., 2012).

Para ser considerado un agroecosistema sustentable es necesario que se cumplan, cuando menos, cuatro principios adicionales: la producción sostenible, la justicia social, la viabilidad económica (entendida desde la racionalidad campesina) y la aceptabilidad campesina, es decir que los modelos alternativos sean concordantes a las costumbres y tradiciones del productor (Acevedo-Osorio et al., 2018) De esta manera la agroecología reconoce al agricultor/productor como el principal sujeto activo del cambio hacia modelos más sustentables (Argüello, 2015; Clavijo & Pérez, 2015).

La agroecología también ha dejado entrever la importancia que tiene la organización social para los productores, ya que de la asociatividad resultan sinergias positivas para el cambio y desde ellas se establecen tejidos sociales para la transferencia de conocimientos (Córdoba-Vargas & León-Sicard, 2013; Pérez-Martínez & Clavijo-Ponce, 2012)). Por otra parte, el papel del consumidor también es reivindicado al respetar su derecho a los alimentos sano (Mier y Terán Giménez Cacho et al., 2018) y éste a su vez se ha puesto en posición de demandarlos y abrir los mercados que la producción agroecológica requiere.

Por último, es necesario resaltar que la agroecología tiene un sentido político profundo (Córdoba-Vargas et al., 2020), dejando atrás el ejercicio puramente académico y trasciende su acepción como ciencia. En ella se requiere un fuerte sentido social y compromiso, para enfrentar los retos que le quedan a América Latina como el principal proponente de una ciencia, movimiento político, práctica cultural y símbolo (Franco, 2015)), que cada vez más muestra su potencialidad como impulsor del cambio requerido para enfrentar la crisis ambiental contemporánea.

2.1.3. El agroecosistema y su estructura agroecológica principal

Aunque es el objeto principal de estudio de la agroecología, definir un agroecosistema suele ser una difícil tarea en el sentido en que sus límites trascienden a otros aspectos culturales, que incluso en ocasiones pueden sobrepasar los biofísicos y determinar lo que sucede al interior de los agroecosistemas. Cabe señalar que estos aspectos aparecen de manera difusa y no es posible asignarles un espacio físico. León-Sicard, en 2012 establece que una mejor figura de representación del agroecosistema mayor es la finca y no los cultivos, dado el carácter transitorio de los mismos y que, en la finca, es posible observar el efecto de aspectos culturales como las políticas públicas o factores tan personales como las voluntades y las capacidades de decisión y de acción de los propietarios. En ese caso los cultivos, pasturas y otros sectores pasan a ser los agroecosistemas menores que lo componen.

El agroecosistema fue definido en un sentido amplio por el citado autor como:

...el conjunto de relaciones e interacciones complejas, continuas, dinámicas, de diverso orden e intensidad...que suceden entre unos componentes ecosistémicos (suelos, climas, plantas cultivadas y adventicias, organismos de distintos niveles tróficos) y distintos grupos humanos en determinados espacios físicos y geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y de sus relaciones simbólicas, sociales, económicas, militares y políticas, que se expresan en distintas formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos...” (León, 2009, p. 50).

De esta definición es posible entender que la agrobiodiversidad es más que las plantas cultivadas (agrobiodiversidad funcional), porque comprende toda aquella que acompaña y soporta servicios ecosistémicos (agrobiodiversidad asociada y auxiliar), cuyos componentes ambientales pueden expresarse a través de la estructura agroecológica principal del agroecosistema mayor EAP (León-Sicard, 2021)

La EAP nace a partir del diálogo entre la ecología del paisaje y la agroecología, para visibilizar el importante papel que juegan las fincas y los agricultores en la matriz del paisaje. Además, la EAP resulta ser un índice ambiental que expresa las relaciones culturales alrededor de la agrobiodiversidad y que puede utilizarse en una variada gama de aplicaciones que van desde la

misma taxonomía de los agroecosistemas, hasta relaciones con la fitosanidad, la productividad, el estado fitosanitario de los cultivos, el ordenamiento territorial y predial e incluso con la resiliencia a distintos tipos de disturbios. El autor la definió 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).

La EAP ha demostrado tener importantes aplicaciones no solo en el abordaje ambiental de los agroecosistemas, sino también en la difícil tarea de caracterizar los agroecosistemas e incluso como un importante indicador de la resiliencia a disturbios, especialmente los ligados al cambio climático, o a algunos de índole cultural, como las crisis económicas (Cleves-Leguízamo et al., 2015). Pero incluso puede ir más allá y convertirse en una herramienta de planificación ambiental a través de la EAP potencial. Esto tiene importantes implicaciones en la restauración ecológica del paisaje, al establecer qué acciones son requeridas a nivel de agroecosistema mayor o finca, para aumentar la agrobiodiversidad y la conectividad con la estructura ecológica del paisaje (EEP) (León-Sicard et al., 2014), por supuesto manteniendo en el centro de la discusión las intenciones, deseos y planes de las personas que habitan dicho paisaje (León-Sicard, 2020).

A través de distintos trabajos realizados por el grupo de investigación en estudios ambientales agrarios del IDEA, se ha aplicado la EAP a varios tipos de agroecosistemas y con objetivos diversos en torno a su caracterización, evaluación de la resiliencia, sustentabilidad y conservación, entre otros aspectos.

En términos de caracterización de agroecosistemas, se destaca el primer trabajo en esta línea realizado por León et al, 2011 en el que se valoraron 6 fincas hortícolas agroecológicas, que mostraron alta variabilidad en su manejo y el estudio de Murgueitio (2020) en una finca ganadera de la universidad de Antioquia. Adicionalmente, se han hecho trabajos sobre la resiliencia de agroecosistemas cafeteros en fincas de agricultura familiar campesina (Córdoba-Vargas & León-Sicard, 2013) ligada a sus distintos niveles de estructura agroecológica y un estudio particular que exploró las relaciones de la EAP con la fitosanidad y la resiliencia a la variabilidad climática de fincas dedicadas al cultivo de cítricos en la Orinoquia colombiana (Cleves-Leguízamo et al., 2017).

Otros trabajos referentes a sistemas ganaderos, o cultivos integrados con ganadería, se han realizado en torno a su caracterización y resiliencia climática, a la apropiación humana de la productividad primaria neta (PPN) en relación con el grado de desarrollo de la EAP (Daza-Cruz, 2020) y otros estudios que relacionan este índice ambiental con la fertilidad de suelos y la actividad funcional de escarabajos estercoleros en sistemas ganaderos de alta montaña (Quintero, 2020).

2.2 LA GANADERÍA Y SUS EFECTOS AMBIENTALES

A continuación, se presentan algunos de los efectos o impactos más importantes de la actividad ganadera a nivel ecosistémico y cultural, con especial referencia a Colombia. También se discuten los sistemas silvopastoriles SSP como propuestas novedosas para hacer frente a dichos impactos.

2.2.1. Efectos ambientales del sistema convencional ganadero

La ganadería ocupa en el mundo el 70% de las áreas de destinación agrícola (Steinfeld et al., 2009). En Colombia el mayor factor detrás de la deforestación es la expansión de la frontera agrícola (González-Espinosa et al., 2007), principalmente para ganadería con más de 37 millones de hectáreas en algún tipo de actividad pecuaria para el año 2018 (FEDEGAN, 2018). De ella dependen 800.000 empleos rurales, por lo que su exclusión como actividad productiva no es posible. Sin embargo, es importante reconocer las múltiples consecuencias que ha tenido la ganadería desde su implementación como modelo extensivo de baja productividad y su fuerte presión sobre el uso del suelo (Zuluaga & Etter, 2016).

Adicionalmente a ser uno de los mayores impulsores de la deforestación y como consecuencia, de la pérdida de BD, la ganadería ha tenido un fuerte impacto sobre el estado de los suelos. Su efecto principal es la compactación y con ella la disminución de la infiltración del agua y el aumento de la escorrentía, lo que impide la adecuada recarga de los acuíferos subterráneos (Steinfeld et al., 2009) y genera desbalances en los ciclos hídricos locales y regionales. Las pasturas donde se promueven especies de gramíneas exóticas con nulo grado de estratificación exponen el suelo a la erosión eólica e hídrica, a los movimientos en masa y a la pérdida de materia orgánica (Lemaire et al., 2014).

Por otra parte, se ha establecido el papel del sector pecuario como el responsable del 14.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero GEI en el mundo (Gerber et al., 2013), porcentaje que en Colombia asciende al 26% y lo posiciona como el sector de mayor contribución al efecto invernadero (IDEAM et al., 2015). Los GEI principalmente emitidos son el metano a través de la digestión entérica, óxidos nitrosos provenientes del estiércol y dióxido de carbono resultado de la tala de bosques y la degradación de la materia orgánica de los suelos (Steinfeld et al., 2009).

La promoción del modelo de la RV, sumado al cambio de los patrones dietarios de las poblaciones del norte hacia una alimentación cada vez más proteica, han influenciado la ganadería, no solo agudizando las consecuencias ambientales locales, sino también provocando efectos de largo alcance, como los que ocurren en aquellas zonas destinadas a la producción de forrajes como la soya (Reboratti, 2010).

Aunque la historia de la ganadería en Colombia tiene sus inicios en el siglo XVI con su introducción desde la ciudad de Santa Marta por el norte, solo fue hasta mediados del siglo XIX que empezó a convertirse en un fuerte renglón de la economía del país (Sourdis, 2018). En el siglo XX la ganadería estuvo muy relacionada con los procesos de formalización de títulos de la tierra y las constantes tensiones que se presentaron entre campesinos poseedores informales de la tierra y selectas castas de la sociedad que vieron en la formalización de tierras, impulsada por el Estado, una manera de formar riqueza (CNMH, 2018).

En algunos departamentos de Colombia, el acaparamiento de tierras por los ganaderos estuvo acompañado de importantes resistencias campesinas, que lucharon por una distribución más equitativa. Desafortunadamente esas luchas sociales fueron casi apagadas con el surgimiento del conflicto bipartidista, la aparición en escena de las guerrillas y, posteriormente, por las alianzas establecidas entre gremios ganaderos y grupos paramilitares, alianzas que evitaron la redistribución de la tierra a través de la parcelación de los latifundios ordenada por el gobierno central (CNMH 2018).

Dentro del marco del proceso de paz que se firmó con las Fuerzas Armadas revolucionarias de Colombia – Ejército del Pueblo (FARC-EP) en el 2016, se encuentra una nueva oportunidad para implementar una reforma rural integral, en la cual existan procesos de justicia distributiva y justicia transicional. Un ejemplo de ello es la ley de restitución de tierras, que pretende proteger el derecho

campesino a la propiedad, derechos perdidos o usurpados durante el conflicto armado que se vivió en el país. En la región Caribe la dinámica de restitución de tierras debe prestar especial atención al problema de la ganadería cuyo objetivo único dejó de ser la producción y que actualmente se encuentra relacionada con el acaparamiento de tierras y la formación de riqueza (García-García, 2008).

2.2.2. Los sistemas silvopastoriles agroecológicos

Los sistemas silvopastoriles agroecológicos y dentro de ellos los intensivos (SSPi) pueden responder desde la agroecología a las consecuencias de degradación ambiental a las que ha llevado la ganadería extensiva. En estos sistemas, se refuerzan prácticas culturales de manejo que aumentan la productividad, a través de la integración de diversos elementos de los agroecosistemas (Rivera et al., 2013). Pueden ser definidos como arreglos forestales de gramíneas, arbustos forrajeros y árboles frutales o maderables. En estos se manejan cargas animales altas pero instantáneas, con periodos largos de descanso (Murgueitio et al., 2015). La estratificación y mejor selección de plantas forrajeras, implica una mejor oferta nutricional para el ganado, lo que repercute positivamente en la producción del sistema (Roncallo-Fandiño et al., 2009).

En los SSPi se favorecen procesos ecosistémicos que soportan servicios ambientales, como el aumento de producción de biomasa y su disponibilidad para el ganado y la fauna; el mejoramiento del ciclado de nutrientes a través de leguminosas que fijan nitrógeno y la descomposición del estiércol; la protección contra la erosión y el mejoramiento de la estructura del suelo; y por último un cuidado del recurso hídrico favoreciendo el balance de la evapotranspiración y protegiendo los cuerpos de agua con la implementación de bebedores o acueductos. La agrobiodiversidad establecida en los SSPi además, promueve el control biológico de insectos como las moscas que afectan el ganado (Chará et al., 2015; Murgueitio et al., 2015; Rapidel et al., 2015).

Adicionalmente, los SSPi tienen un alto potencial para la gestión y conservación de la biodiversidad. Pueden promover el rescate de especies nativas que tienen algún usos locales y comerciales, como la madera, la leña, frutas o propiedades medicinales (Dettlfsen & Somarriba, 2015). Pueden mejorar la composición de grupos de fauna como las hormigas (Rivera et al., 2013) y los escarabajos (Giraldo et al., 2011), dada la existencia de un dosel que permite las condiciones microclimáticas adecuadas para su establecimiento. Por último, al incrementar la productividad por unidad de área, disminuyen la presión de uso del suelo sobre áreas naturales y liberan áreas no aptas, en las cuales se puede implementar la restauración ecológica (Chará et al., 2015). Los SSPi además, son agroecosistemas que potencian la conectividad al actuar como zonas de amortiguación o trampolines ecológicos, que permitan el flujo de los organismos y los procesos ecológicos a través de la matriz (Francesconi & Montagnini, 2015).

Dentro de los beneficios socioeconómicos, además del incremento en la producción de carne y leche, la diversificación de productos significa una reducción en el riesgo financiero, al contar con uno o más productos con ciclos desfasados de producción (Marlay, 2015). Adicionalmente los productores transitan hacia una mayor autonomía, al dejar de depender de insumos externos, disminuyendo los costos de mantenimiento (Murgueitio et al., 2014).

Se ha discutido cómo los SSP pueden ser elementos claves en la adaptación y mitigación al cambio climático (CC), reconociendo que la ganadería convencional es un sistema poco flexible al escenario del CC (Murgueitio et al., 2016). Los SSP pueden responder a este escenarios de diversas maneras: el mejoramiento de la digestión del ganado, ya que es alimentado con forraje de mejor calidad, lo que reduce las emisiones de metano y óxido nitroso; el mejoramiento de las condiciones

microclimáticas bajo dosel, que puede llegar a ser hasta 2°C menos que la temperatura ambiental; producción constante de forraje por los diferentes componentes vegetales, incluso en las épocas más secas; y la captura de carbono en la biomasa aérea y el suelo (Francesconi & Montagnini, 2015).

Dentro del marco del uso sostenible de los recursos, el Proyecto de Ganadería Sostenible, es una iniciativa de instituciones gubernamentales y centros de investigación, que pretende promover la adopción de sistemas silvopastoriles, para una ganadería ambientalmente responsable en el país. Como objetivos principales de esta, se intenta reducir las limitaciones técnicas y económicas de la aplicación de los SSP, mejorando la productividad y escalando su implementación para la restauración efectiva de los paisajes ganaderos. Estos objetivos se alinean a su vez con aquellos dentro del Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019 (Uribe et al., 2011).

2.3 EL BOSQUE SECO TROPICAL

Debido a su importancia en la estructura de soporte de la nación colombiana, a los procesos de degradación a los que se ha visto sometido y a la presencia de remanentes en la región de estudio, en el siguiente apartado se exponen algunas ideas concernientes a las características generales, dinámicas sucesionales y procesos culturales que afectan al bosque seco tropical en la región ganadera de Pivijay.

2.3.1 Características generales

Los bosques secos tropicales (Bs-T) según Holdridge (1982), se caracterizan por tener una temperatura media anual de 17°C, precipitación anual entre 250 y 2000mm y una relación entre la evapotranspiración y la precipitación (ETP/P) mayor a la unidad. Esta zona de vida agrupa muchos tipos de ecosistemas como bosques, sabanas y matorrales, entre las cuales los Bs-T están caracterizados por un marcado patrón estacional en la lluvia, que puede incluir 1 o 2 periodos de sequía en el año (con precipitación menor a 100 mm), con duración entre 3 a 9 meses. La estacionalidad ha modelado las características estructurales, funcionales y fenológicas de los Bs-T, de las cuales la más representativa es la presencia de especies caducifolias (por lo menos el 50% de las especies botan la hoja en época seca), por lo cual también reciben el nombre de bosques tropicales deciduos o caducifolios (Murphy & Lugo, 1986).

El 42% de la superficie terrestre son áreas forestales, de la cual 40% están ocupadas por Bs-T, 25% por bosques lluviosos y sólo el 3% por otros tipos de bosques húmedos. De este porcentaje la mayor proporción se encuentra distribuida en África, seguido de Suramérica y en último lugar el sureste asiático. Sin embargo, no se conoce la extensión total de los Bs-T, ya que muchas áreas de sabana, pastizales y matorrales parecen haber sido derivadas de este tipo de ecosistemas. En América Latina el Bs-T se distribuye desde el noroeste de México, hasta el norte de Argentina y sureste de Brasil, en áreas separadas de diferente extensión (Linares-Palomino & Oliveira-Filho, 2011). Son considerados los ecosistemas más amenazados del mundo, incluso por encima de los bosques húmedos (Sánchez-Azofeifa et al., 2005).

Los Bs-T incluyen muchas formaciones vegetales con alta variabilidad de estructura y función y los datos de muchos estudios indican que no hay dos bosques iguales. Además de las variables principales que son la precipitación y la temperatura, las características edáficas y la topografía

tienen influencia sobre la retención hídrica del suelo, crítica durante la época seca, generando un mayor grado de heterogeneidad espacial en este tipo de ecosistema (Pascual et al., 2017).

El estudio de las características de los Bs-T, se ha basado principalmente en la comparación con los bosques húmedos, cuya ecología ha sido mucho más estudiada. En cifras, del total de publicaciones relacionadas con la ecología de bosques tropicales hasta 2005, sólo el 14% ha sido para bosques secos, mientras el restante 86% está enfocado en bosques húmedos. Esta asimetría en los esfuerzos de investigación es también desigual geográficamente, ya que la mayoría de los estudios para América Latina se han realizado en México y Costa Rica (Sánchez-Azofeifa *et al*, 2005.)

2.3.2. Dinámica sucesional y potencial de regeneración

Debido a una menor predictibilidad del ambiente, los Bs-T son más sensibles a factores de estrés durante la sucesión que los bosques húmedos (Ceccon et al., 2006), lo cual además se ve reforzado con las limitaciones en el crecimiento y la productividad durante la época seca. Sin embargo, dado que su estructura es más simple y los mecanismos de regeneración después de la tala son muy exitosos, los Bs-T pueden recuperarse en periodos de tiempo menores (hasta 150 años), principalmente a través de mecanismos de rebrote (Calvo-Rodriguez et al., 2017). Si bosques secundarios fueran excluidos de la intervención antrópica, con el tiempo pasarían a ser bosques primarios, sin embargo, su alto grado de fragmentación refuerza los efectos de los disturbios y ralentiza su regeneración (Sánchez-Azofeifa et al, 2013), a la vez que disminuye la diversidad.

La teoría de claros ha sido definida para procesos de sucesión en bosques húmedos y hasta el momento no se reconocen patrones claros de este tipo de disturbio en los Bs-T. Normalmente el inicio de la sucesión se caracteriza por un patrón difuso de parches, seguido del crecimiento de árboles de pequeño porte. La sucesión depende de fuentes de semillas cercanas y sus dispersores, ya que el banco de semillas tiene un papel menos importante en la regeneración de los Bs-T. Cuando los fragmentos son muy pequeños y los dispersores no se atreven a cruzar la matriz, la sucesión depende de semillas dispersadas por el viento (Ceccon, Huante & Rincón, 2006). La formación de parches es un proceso altamente dinámico en la sucesión, que genera gran variabilidad en la composición de especies de distintos sitios (Jha & Singh, 1990).

Los árboles es el grupo funcional que tiene mayor dominancia a través de los estadios de la sucesión, (más que los arbustos y lianas), dado que son las especies que dan la estructura principal a las demás (López-Martínez et al., 2013). La predominancia de leguminosas en las primeras etapas de la sucesión, evitan en gran medida que el N sea un factor muy limitante en este proceso (Prado-Junior et al., 2016).

La relación de los Bs-T, con ecosistema de sabana, también ha sido ampliamente observada. Algunas especies típicas de sabanas pueden invadir las áreas de bosque cuando éstas han sido disturbadas y aumentar la frecuencia de fuegos, eventos que no han sido parte de la evolución de estos bosques (Power et al., 2016). Esto ha causado principalmente la pérdida de zonas de ecotono. Cuando los disturbios como la quema no son muy frecuentes, el Bs-T tiene la capacidad de avanzar sobre los pastizales por el efecto de la sombra sobre sus especies típicamente heliófilas.

2.3.3. Aspectos socioeconómicos

Las variables climáticas que caracterizan los bosques secos han sido una de las principales causas por la cuales las áreas que ocupan han sido densamente pobladas. Otras características asociadas a una mayor intervención antrópica tienen que ver con una estructura de la vegetación más simple y menos agresiva de remover, mayor fertilidad de los suelos por menor lixiviación, temperatura adecuada para la ganadería y cultivos de ciclo corto y menor incidencia de las enfermedades tropicales comparada con la de los bosques húmedos. Aunque el cálculo de las tasas de deforestación se ha enfocado principalmente en estos últimos, se estima que el Bs-T ya ha sido reducido en un 48% de su extensión original (Sánchez-Azofeifa & Portillo-Quintero, 2011).

El principal factor de cambio del uso del suelo es la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, que a lo largo de la historia ha afectado primero a los bosques secos que a los húmedos. Estas dos actividades económicas han sido la principal razón de desaparición y fragmentación de los Bs-T y su reemplazo por amplios pastizales dominados frecuentemente por una o dos especies de gramíneas exóticas (Bullock et al 1995; Quesada; 2009 Sánchez-Azofeifa & Portillo-Quintero, 2011).

Después de la agricultura y la ganadería, la explotación de madera como combustibles o tala selectiva de especies de maderas finas, es la tercera fuerza de cambio en los Bs-T (Sánchez-Azofeifa & Portillo-Quintero, 2011). Productos para consumo y de carácter medicinal, también son extraídos por los habitantes locales de comunidades que comparten los territorios con bosques secos.

Mientras la ganadería se ve muy favorecida por el clima y ha aumentado en las últimas décadas, la agricultura por su parte tiene serias limitaciones por la disponibilidad de agua y, en la mayoría de los casos, requiere sistemas de irrigación. Se ha visto que varios tipos de cultivos presentan un mejor rendimiento en climas estacionalmente secos, principalmente aquellos de rotación o semipermanentes. Sin embargo, el cambio en el uso del suelo limita fuertemente la regeneración con el agotamiento de tallos que puedan rebrotar y la desaparición de fuentes de semillas (Murphy & Lugo, 1986). En la última década un nuevo uso de las áreas de Bs-T ha aparecido, relacionada con el desarrollo de planes de mega turismo y desarrollo urbano, afectando principalmente a las islas del caribe (Sánchez-Azofeifa & Portillo-Quintero, 2011).

Otros tipos de disturbios (pastoreo por cabras, huracanes), provocan con el tiempo la homogenización de los bosques, que suelen presentar altas diferencias entre sitios (Meléndez-Ackerman et al., 2016). Además, los sitios en estado de sucesión tardía son más vulnerables a este tipo de disturbios, ya que han desarrollado mayor complejidad estructural que rápidamente se pierde después de un evento, mientras estados tempranos son más resilientes (Hasselquist et al, 2009).

El manejo de los bosques secos tropicales debe estar a cargo tanto de instituciones gubernamentales y privadas, las cuales hasta ahora han tenido poco nivel de priorización en la conservación de estos bosques (Sánchez-Azofeifa & Portillo-Quintero, 2011), que tienen un papel fundamental en la protección de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.

2.4 LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE:

La restauración ecológica entendida como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido” nos ubica de entrada en el nivel ecosistémico, lo que puede llevar a pensar que los ecosistemas son entidades aisladas del mundo en sitios prístinos y

cuya degradación ha sido solo el resultado de unas fuerzas externas, a las que la ecología ha responsabilizado, pero ha analizado poco (Palmer et al., 2006)

Por esta razón, la aplicación de los principios generales propuestos por la Sociedad de Restauración Ecológica (SER) (McDonald et al., 2016) se complican cuando se requieren aterrizar en ecosistemas inmersos en el paisaje, que expresan profundas relaciones con las sociedades que lo habitan. Esto es aún más crítico para los países latinoamericanos, donde los paisajes han sido el resultado de un proceso histórico de transformación, generado en gran medida por procesos extractivistas impulsados desde la colonia y que desafortunadamente seguimos presenciando, marcando los territorios con una huella histórica de degradación ambiental, pobreza e inequidad (León-Sicard & Vargas, 2018; Pérez, 2016).

Para superar tales efectos, es necesario que la restauración ecológica se desprenda de la visión instrumentalista de la naturaleza entendida como el “capital natural” y reemplace el término “restaurar el capital natural” por “restaurar la relación de la sociedad con el resto de la naturaleza”. Para ello se requiere del reconocimiento de los saberes y prácticas culturales y, en lugar de otorgar principios generalistas, construir procesos de restauración de “abajo hacia arriba”, rescatando las voces de todos los actores, que promueva no solo la rehabilitación ecológica, sino también la rehabilitación de la condición humana (Pérez, 2016). Para ello ha sido necesario transformar las preguntas centrales del discurso de la restauración desde ¿Cuáles son los patrones de sucesión de un bosque y sus implicaciones en su recuperación?, hacia ¿Cómo conciliar la producción con modelos sustentables que promuevan la conservación de los ecosistemas y el bienestar humano?

En la respuesta a esta última pregunta la agroecología tiene mucho para aportar (León-Sicard & Vargas, 2018). Desde ella puede surgir el diseño de redes de agroecosistemas acoplados en unidades del paisaje, alineados a los procesos y funciones de los ecosistemas naturales (Altieri, 2002). Esta inserción sinérgica en el paisaje a través de su restauración, tiene importantes implicaciones en la gestión de la biodiversidad (Andrade et al., 2018; Jackson et al., 2007) y quizás sea la última alternativa para lograr la sustentabilidad en territorios con serios grados de deterioro ambiental, donde se pone en peligro la subsistencia de las poblaciones humanas que lo habitan (Borda-Niño et al., 2017; Ramos et al., 2018).

2.4.1. Mapeo social de la conectividad:

Promover la conectividad también se trata de entrever las relaciones que se establecen entre todos los actores de un paisaje y promover su permanencia. Paisajes donde estas relaciones se pierden, pueden verse cultural y ecosistémicamente simplificados y pueden limitar la acción conjunta para su transformación (Carrizosa-Umaña, 2014). Por lo tanto, insertar el tejido social en el paisaje biofísico es una forma más integral de estudiar la conectividad de un territorio (Díaz-Pineda et al., 2010).

Al igual que el mapeo de la conectividad ecológica, el mapeo social permite identificar los actores y el flujo de recursos (materiales, información) que se da a través de sus interacciones. También a través de los diagramas que normalmente son construidos con los actores, se ponen de manifiesto factores tensionantes, motivaciones y principales obstáculos a procesos de transformación de paisaje. Finalmente, la red también expresará los métodos de gobernanza, dependiendo de cómo se establezcan las preguntas y los tipos de metodología (Martinuzzi et al., 2007).

Para lograr acuerdos de conservación (o restauración en el paisaje), es necesario entender cómo se organizan los actores y qué mecanismos hacen más fácil para ellos la búsqueda de información

e incentivos a través de su red de contactos. La red también puede indicar estrategias de cómo mejorar la capacidad de acción, a través del fortalecimiento de relaciones que se derivan en un mejor flujo de información, recursos y confianza en los demás actores (Vainio et al., 2018).

3. METODOLOGÍA

En esta sección del documento se detalla la metodología empleada para cumplir con los objetivos general y específicos de la investigación (Figura número 3.1). Respecto al objetivo 1, se describen detalladamente los procesos y actividades para medir y valorar cada uno de los criterios que componen la EAP. Esta valoración se realizó a través de métodos mixtos como el uso de sistemas de información geográfica, los recorridos en campo, la determinación de material botánico y las entrevistas con propietarios y trabajadores de la finca.

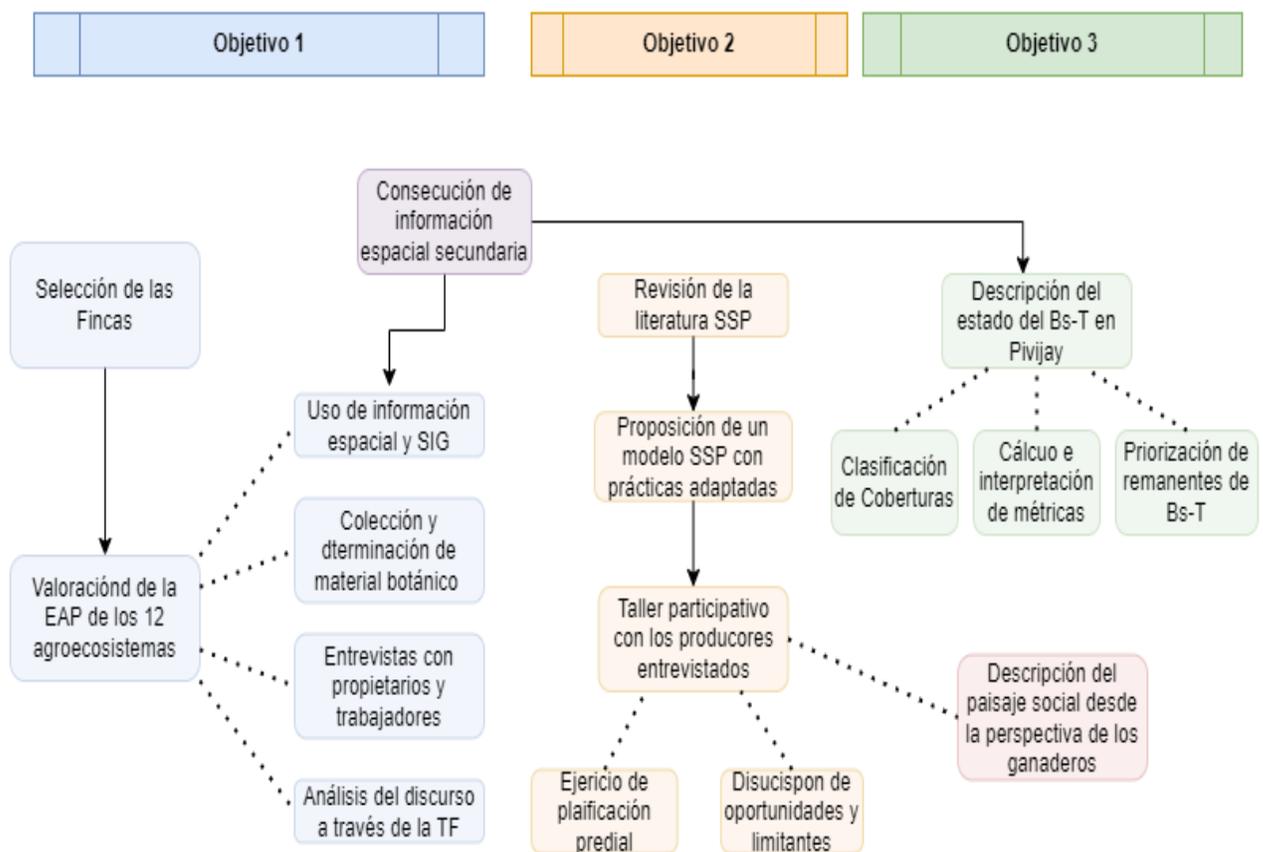


Figura 3.1. Diagrama de flujo de la metodología de este trabajo, organizada por cada objetivo específico. Fuente: la autora.

Para la consecución del segundo objetivo, se explica el diseño y desarrollo de un taller junto con los productores. Por último, para el tercer objetivo se detallan los procesos requeridos para la clasificación de las coberturas que componen el paisaje analizado, la selección de métricas

descriptoras de este y la priorización de remanentes de Bs-T que deberían ser conectados a través del manejo de la EAP en los agroecosistemas estudiados.

3.1. OBJETIVO 1: ANALIZAR LOS PRINCIPALES FACTORES ECOSISTÉMICOS Y CULTURALES QUE DEFINEN LA COMPOSICIÓN Y MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS GANADEROS DE PIVIJAY.

3.1.1. Selección de los agroecosistemas estudiados

La selección de las fincas o agroecosistemas mayores para el análisis se realizó de manera discrecional. A través de un informante clave en la zona, se logró contacto directo o telefónico con 12 productores ganaderos del municipio de Pivijay. A todos ellos se les expusieron los objetivos y metodología del proyecto de manera general, para obtener su consentimiento de ingreso a la propiedad, toma de muestras botánicas y entrevista a los trabajadores de cada una de las fincas.

3.1.2. Consecución de información secundaria e insumos espaciales

La consulta de información secundaria para una exploración previa del área de estudio y la consecución de insumos para el análisis espacial requerido consistió en la búsqueda y obtención de información geográfica de diferentes fuentes. A través del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC) se obtuvo la información catastral del municipio y las planchas cartográficas 25IIIC y 25IIIB que cubren la zona de localización de los agroecosistemas. De estas últimas se obtuvo la información de drenajes principales y secundarios, vías y localización de construcciones.

Para el análisis de coberturas y su posterior clasificación, se utilizó una imagen satelital SENTINEL S2A con resolución espacial de 10 metros y porcentaje de nubosidad menor al 15%. La fecha de la imagen es el 08 de agosto del 2021, época de menor intensidad en las lluvias y que coincide con la salida de campo donde se levantó la información en cada una de las fincas. También es importante resaltar que, para esta fecha y debido a las condiciones climáticas de lluvias, el color de la vegetación siempre es verde (contrario a su fenología en época seca, cuando cambia a coloraciones marrones o pardas), una condición muy importante cuando se analiza la cobertura de un bosque caducifolio.

A la imagen satelital se le realizaron los respectivos procedimientos de corrección atmosférica y conversión a la resolución más fina (10 m) de todas sus bandas. Información secundaria adicional que se utilizó para complementar el análisis espacial y la proposición de estrategias, provino de la información geográfica asociada al Plan de manejo ambiental de la cuenca hidrográfica (POMCA) de la Ciénaga Grande de Santa Marta, coberturas de ecosistemas y bosques del Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales (IDEAM) y aptitudes de uso del suelo de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Todo el procesamiento fue realizado en el software QGis 3.16.5.

3.1.3. Determinación de la Estructura Agroecológica Principal del agroecosistema mayor

El procedimiento para calcular el grado de desarrollo de la EAP de un agroecosistema consiste en la determinación de sus diez indicadores, cinco de ellos de tipo ecosistémico y cinco de tipo cultural. La tabla 3.4-1 presenta los diez criterios y su significado en el estudio de la agrobiodiversidad.

Tabla 3.1.3.1. Criterios ecosistémicos y culturales que componen la EAP. Fuente: León-Sicard (2021).

SIGLA	Nombre del Criterio	Significado
CEEP	Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje	Evalúa las relaciones del agroecosistema con los parches de vegetación y cuerpos de agua del paisaje circundante.
ECE	Extensión de los Conectores Externos	Mide la distancia lineal de la vegetación asociada a las cercas que delimitan el perímetro del agroecosistema.
ECI	Extensión de los Conectores Internos	Mide la distancia lineal de la vegetación asociada a las cercas internas que dividen los potreros y cultivos.
DCE	Diversificación de los Conectores Externos	Evalúa la diversidad de especies y los estratos de la vegetación asociada a las cercas que delimitan el perímetro del agroecosistema.
DCI	Diversificación de los Conectores Internos	Evalúa la diversidad de especies y los estratos de la vegetación asociada a las cercas internas que dividen los potreros y cultivos.
US	Usos de suelo	Establece en valor porcentual la porción del agroecosistema mayor con usos que favorecen la ABD.
PMg	Prácticas de Manejo Ganadero	Define el tipo de prácticas pecuarias dentro del agroecosistema, sean estas convencionales o agroecológicas.
PRC	Prácticas de Conservación	Valora prácticas al interior del agroecosistema que tengan como objetivo la conservación del suelo, el agua o la BD.
CON	Percepción-Conciencia-Conocimiento	Valora la claridad conceptual y el grado de conciencia de los productores con respecto al rol de la ABD en sus fincas.
CA	Capacidad de Acción	Interpreta la disponibilidad de herramientas, logísticas, de información y recursos con las que cuenta un productor para mejorar su EAP.

Al tratarse de un índice ambiental, la determinación de la EAP requiere de diferentes aproximaciones metodológicas que incluyen métodos cuantitativos como cualitativos. En el caso de este trabajo se emplearon métodos diversos como el uso de software de información geográfica (SIG), observación en campo, identificación taxonómica de las plantas y entrevistas semiestructuradas. Todos ellos,

permitieron establecer las variables ecosistémicas y culturales que intervienen en el manejo de la agrobiodiversidad al interior de los sistemas ganaderos en Pivijay.

A continuación, se detalla la metodología utilizada para valorar cada uno de los 10 criterios de la EAP, a partir de lo expuesto por León-Sicard (2010; 2014; 2021) y León-Sicard et al (2014; 2018).

3.1.3.1. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP)

La estimación de la conectividad de los agroecosistemas mayores con la CEEP requiere primero de la determinación del área de influencia de la finca. León-Sicard, (2021), señala que el área de influencia AI es un círculo cuyo radio r corresponde a dos veces el lado más largo de la finca L y a la cual se le resta el área de la finca AF (ecuaciones 1.1 y 1.2).

$$r = 2L \quad (1.1)$$

$$AI = \pi r^2 - AF \quad (1.2)$$

Donde,

L es el lado más largo de la finca o su bisectriz

r es el radio del área de influencia medido desde el centro de la finca

AI es el área de influencia de la finca

AF es el área de la finca.

La determinación de estas variables se hizo a través de herramientas de geometría básicas en QGIS. La figura 3.4.1-1 muestra el procedimiento general para la medición de estas longitudes y áreas.

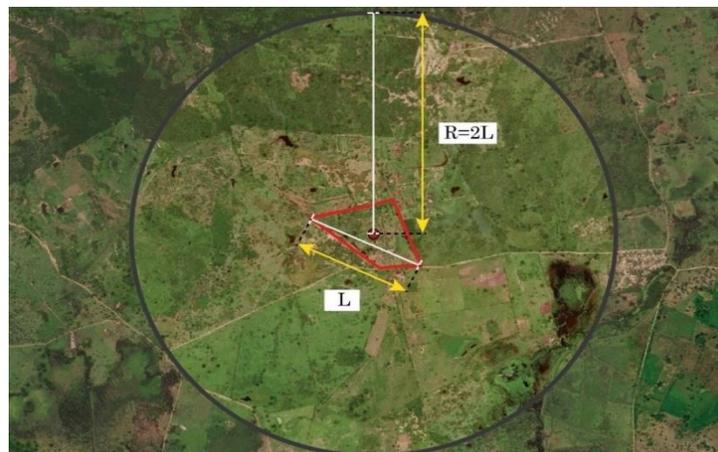


Figura 3.1.3.1.1. Ejemplo del método de estimación del área de influencia de la finca Albania. Fuente: la autora.

Una vez establecida el área de influencia se identificaron los fragmentos de vegetación y cuerpos de agua contenidos en ella. Esta identificación se hizo a partir de una composición de bandas RGB843 (Anexo 1), en la que se resalta en colores rojos las áreas con vegetación densa y en un color fucsia los cuerpos de agua. La digitalización de ambos elementos del paisaje se hizo de forma manual para cada agroecosistema.

Una vez identificados todos los fragmentos de vegetación y cuerpos de agua, se calculó el área total, los centros de cada polígono y sus distancias al centro de la finca. Con esta información fue posible luego determinar los tres criterios que componen la CEEP: la densidad de fragmentos y cuerpos de agua en el área de influencia (D), la distancia promedio de los fragmentos de vegetación al centro de la finca (DFC) y la distancia promedio de los cuerpos de agua al centro de la finca (DAC). Los rangos que puede tomar cada uno de los tres criterios están descritos en el Anexo 2, tabla A2-1.

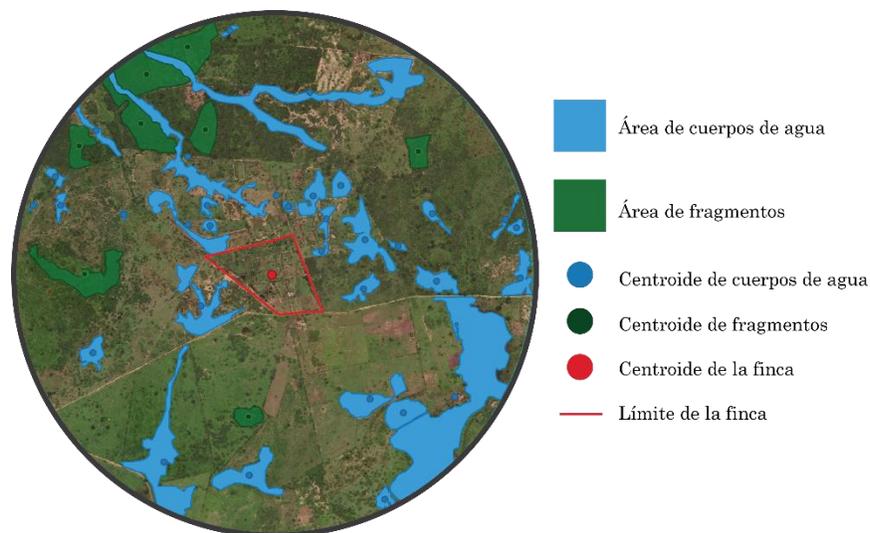


Figura 3.1.3.1.2. Ejemplo de identificación de coberturas y determinación de los centros de los polígonos en el área de influencia de la finca Albania. Fuente: la autora.

Para calcular el primer indicador D, se sumaron las áreas de todos los polígonos en el área de influencia y se dividieron por el valor del área de influencia (ecuación 1.3) calculada a partir de su radio r . Así, este indicador describe la proporción del paisaje circundante de la finca que se encuentra cubierto con vegetación o cuerpos de agua.

$$D = \frac{\sum_1^m AF_i + \sum_1^n AA_j}{AI} \quad (1.3)$$

Donde,

D , es la densidad de fragmentos de vegetación y cuerpos de agua

AF_i , es el área de fragmento de vegetación i ésimo

AA_j , es el área del cuerpo de agua j ésimo

A_i , es el área de influencia.

Para el cálculo de los indicadores DFC y DAC, se obtuvo el promedio de las distancias del centro de la finca por cada tipo de elemento (vegetación o agua) y se dividió sobre r para poder determinar la proporción relativa de esta distancia promedio al área de influencia. Esto permite posteriormente comparar entre fincas de distintos tamaños con distintas áreas de influencia. Estos cálculos se realizaron a partir de las ecuaciones 1.4 y 1.5.

$$DFC = \frac{\sum_1^m DFC_i/m}{r} \quad (1.4)$$

Donde,

DFC , distancia promedio a los fragmentos de vegetación

DFC_i , distancia al fragmento de vegetación i ésimo

m , número total de fragmentos de vegetación

r , radio del área de influencia.

$$DAC = \frac{\sum_1^n DAC_j/n}{r} \quad (1.5)$$

Donde,

DAC , distancia promedio a cuerpos de aguas

DAC_j , distancia al cuerpo de agua j ésimo

n , número total de fragmentos de vegetación

r , radio del área de influencia.

Finalmente, la CEEP se calcula a través del promedio de los tres indicadores como se indica en la ecuación 1.6. El resultado final es contrastado con los rangos descritos en la tabla 3.4.1-1.

$$CEEP = \frac{D+DFC+DAC}{3} \quad (1.6)$$

Tabla 3.1.3.1.1. Rangos de valoración de la CEEP. Fuente: León-Sicard 2021.

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
CEEP	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

3.1.3.2. Extensión de los Conectores Externos (ECE)

Los conectores externos son aquellos remanentes de vegetación asociados a los linderos o cercas que delimitan el perímetro de la finca. Pueden considerarse elementos que, a diferencia de los fragmentos de vegetación y cuerpos de agua evaluados para la CEEP, sí están bajo control del propietario de la finca y pueden convertirse en herramientas de paisaje que promuevan la conectividad (Lozano-Zambrano Fabio, 2009). Los conectores externos pueden consistir en cercas vivas uniestratificadas o multiestratificadas, barreras rompevientos, remanentes de vegetación dentro de la finca o compartidas con los vecinos, cañadas o bosques de galería, entre otras categorías. Para el caso de este trabajo se tuvieron en cuenta también como conectores externos los límites compartidos con cultivos de palma en agroecosistemas colindantes, como se muestra en el costado derecho de la figura 2.4.2-1.

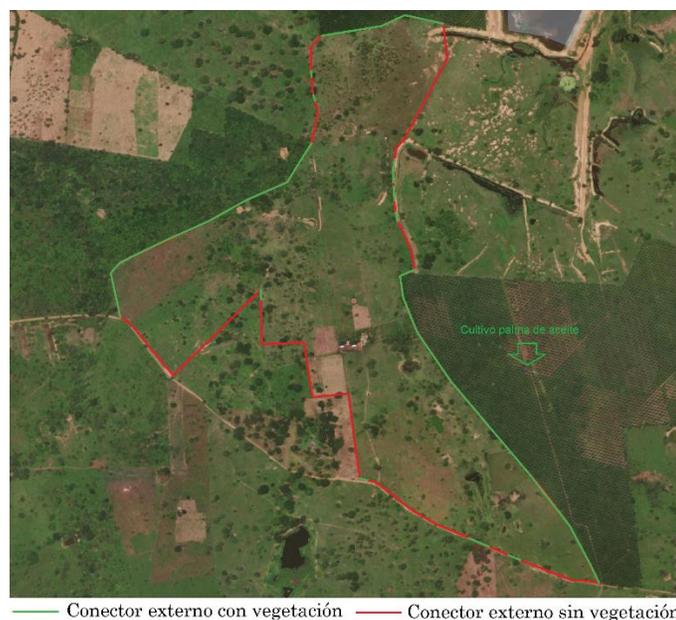


Figura 3.1.3.2.1. Ejemplo de conectores externos presentes en el agroecosistema ganadero Villa Chana. Fuente: la autora.

La extensión de los conectores se midió directamente en campo, utilizando la longitud de porciones de las cercas cubiertas por vegetación. El levantamiento de la información se hizo con ayuda de la aplicación Avenza Maps, la cual permite tomar longitudes entre distintos puntos marcados por el usuario. Luego esta información fue exportada a Excel y para la determinación de la ECE relativa a la longitud del perímetro del agroecosistema mayor se empleó la ecuación 1.7.

$$ECE = \frac{\sum_1^n(LCVi)}{PF} * 100 \quad (1.7)$$

Donde,

LCV_i , es la longitud del conector de vegetación i ésimo
 PF , es el perímetro de la finca.

Una vez obtenido el valor de ECE, se valoró la continuidad de los conectores a través de los rangos mostrados en la tabla 3.4.2-1.

Tabla 3.1.3.1. Rangos de valoración de la ECE. Fuente: la autora.

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
ECE	Porcentaje del perímetro del agroecosistema mayor que está cubierto por vegetación en elementos como cercas vivas, remanentes, barreras rompevientos, etc.	Perímetro continuo del 75% al 100%	10
		Perímetro moderadamente continuo del 50% al 75%	8
		Perímetro discontinuo del 25% al 50%	6
		Perímetro fuertemente discontinuo del 12 % al 25%	3
		Perímetro extremadamente discontinuo menor al 12%	0

3.1.3.3. Extensión de los Conectores Internos (ECI)

Al igual que para el criterio ECE, la extensión de los conectores internos (ECI) se refiere a todas aquellas cercas que están cubiertas por vegetación, pero que dividen las secciones internas del agroecosistema mayor, como lo son los potreros, cultivos, corrales y el área de vivienda. El método para determinar su distancia lineal fue el mismo que para el criterio anterior, a través de un recorrido por todas las divisiones internas de la finca. La figura 3.4.3-1 muestra un ejemplo de su determinación en una de las fincas estudiadas.

Una vez calculada la extensión de todos los conectores internos, esta se suma y se divide por la longitud total de las cercas interiores que, al multiplicarse por cien, permite obtener el porcentaje de divisiones cubiertos efectivamente por vegetación. El cálculo se muestra en la ecuación 1.8.

$$ECI = \frac{\sum_1^n (LCV_j)}{LDI} * 100 \quad (1.8)$$

Donde,

LCV_j , es la longitud del conector de vegetación interno j ésimo
 LDI , es la longitud total de las cercas internas de la finca.

Una vez obtenido el valor de ECI es contrastado con la tabla 3.4.3-1.

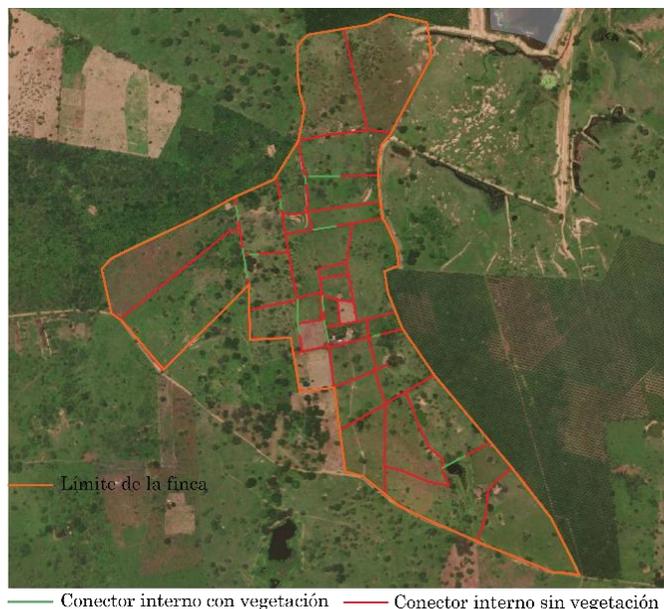


Figura 3.1.3.3.1. Ejemplo de conectores internos presentes en el agroecosistema ganadero Villa Chana. Fuente: la autora.

Tabla 3.1.3.3.1. Rangos de valoración de la ECI. Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
ECI	Porcentaje de las cercas internas que están cubiertas por vegetación en elementos como cercas vivas, remanentes, barreras rompevientos, etc.	Muy alto 75% al 100%	10
		Alto 50% al 75%	8
		Mediano 25% al 50%	6
		Bajo 12 % al 25%	3
		Muy bajo 12%	0

3.1.3.4. Diversificación de los Conectores Externos (DCE) e Internos (DCI)

El hecho de que una cerca esté constituida o cubierta por vegetación no tiene significado en el estudio de la agrobiodiversidad si no se conoce su grado de diversificación. Dependiendo de éste, los servicios ecosistémicos (SE) ofrecidos dentro del agroecosistema pueden variar considerablemente, teniendo en cuenta que se encuentran soportados por ensamblajes complejos y distintivos de la biodiversidad (BD) (Mace et al., 2012). Adicionalmente la diversificación de los conectores tiene implicaciones en la resiliencia del agroecosistema frente a las perturbaciones externas (Cleves-Leguizamo et al., 2017).

Por lo anterior, los indicadores ECE y ECI se encuentran complementados con indicadores de la diversidad de los conectores externos (DCE) e internos (DCI). Estos indicadores evalúan tanto el número de riqueza de especies que componen al conector, así como su distribución en distintos

estratos. La información para determinar estos indicadores fue tomada directamente en campo, a través del conteo de las especies y estratos de un conector al momento de medir su extensión.

Los conteos hechos en campo fueron luego organizados a través de las tablas de ponderación para la riqueza y estratificación de los conectores que se muestran en la sección de anexos A2-2 y A2-3 respectivamente. Las ecuaciones 1.9 y 1.10 muestran el cálculo de estas dos variables para el indicador DCE.

$$RCE = \frac{\sum_1^n (LCVr * Rr)}{LCVt} \quad (1.9)$$

Donde,

RCE, es la riqueza de especies de los conectores externos
LCVr, es la longitud del conector externo con clasificación de riqueza tipo *r* (tabla A2-2)
Rr, es la ponderación de riqueza tipo *r* otorgada al conector
n, es el número total de tipo de riquezas encontradas en el perímetro
LCVt, es la longitud total de todos los conectores externos con vegetación.

$$EsCE = \frac{\sum_1^n (LCVe * Ee)}{LCVt} \quad (1.10)$$

Donde,

EsCE, es la estratificación de los conectores externos
LCVe, es la longitud del conector con clasificación de estratificación tipo *e*
Ee, es la ponderación de estratificación tipo *e* otorgada al conector (tabla A2-3).

Finalmente, el indicador DCE será el promedio de sus criterios de riqueza (*RCE*) y estratificación (*EsCE*), así como se muestra en la ecuación 1.11.

$$DCE = \frac{RCE + EsCE}{2} \quad (1.11)$$

El mismo ejercicio es realizado para determinar la diversidad de los conectores internos (*DCI*), cuyos criterios son calculados a partir de las ecuaciones 1.12 y 1.13.

$$RCI = \frac{\sum_1^n (LCVr * Rr)}{LCVt} \quad (1.12)$$

Donde,

RCI, es la riqueza de especies de los conectores internos
LCVr, es la longitud del conector interno con clasificación de riqueza tipo *r* (tabla A2-2)
Rr, es la ponderación de riqueza tipo *r* otorgada al conector

n , es el número total de tipo de riquezas encontradas en las cercas internas
 $LCVI_t$, es la longitud total de todos los conectores internos con vegetación.

$$EsCI = \frac{\sum_1^n (LCVI_e * E_e)}{LCVI_t} \quad (1.13)$$

Donde,

$EsCI$, es la estratificación de los conectores internos

$LCVI_e$, es la longitud del conector interno con clasificación de estratificación tipo e

E_e , es la ponderación de estratificación tipo e otorgada al conector (tabla A2-3).

Nuevamente, el valor final para DCI será el promedio de sus criterios de riqueza (RCI) y estratificación ($EsCI$), así como se muestra en la ecuación 1.14.

$$DCI = \frac{RCI + EsCI}{2} \quad (1.14)$$

Tabla 3.1.3.4.1. Descripción y categorías de evaluación para los indicadores Diversidad de Conectores Externos (DCE) y diversidad de conectores internos (DCI). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
DCE y DCE	Diversidad del conector calculada a partir de la riqueza de sus especies y el grado de estratificación de la vegetación que lo compone.	Conector con muy alta diversidad, promedio entre 9 y 10.	10
		Conector con alta diversidad, promedio entre 7 y 8.	8
		Conector con mediana diversidad, promedio entre 5 y 6.	6
		Conector con baja diversidad, promedio entre 3 y 4.	3
		Conector con muy baja diversidad, promedio menor a 2.	0

Debido a la importancia de identificar taxonómicamente las especies presentes en los conectores de las fincas, durante todos los recorridos se realizó la toma de muestras botánicas de todos aquellos individuos con identidad desconocida. Se procuró que en cada colecta se incluyeran estructuras reproductivas. Sin embargo, dada la época y la fenología del ecosistema, muchas especies fueron colectadas en estado vegetativo (salida de campo realizada en el mes de agosto del 2021). Con el apoyo de trabajadores de las fincas se registraron los nombres comunes cuando estos existían y los usos y valores asociados a cada especie.

El material colectado fue prensado y preservado en alcohol etílico al 70% durante toda la fase de campo. Una vez trasladado a Bogotá fue secado en horno en las instalaciones del Herbario Nacional Colombiano (COL), colección biológica adscrita al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Las determinaciones fueron realizadas por la autora con el apoyo de profesionales botánicos del instituto.



Figura 3.1.3.4.1. Propietarios y trabajadores de las fincas que acompañaron los recorridos y apoyaron la toma de muestras botánicas. Fuente: la autora.

La colecta del material botánico se encuentra respaldada por el Permiso Marco de Recolección del Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), a través de la resolución 1240 de 2021 y debidamente reportada al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB).

3.1.3.5. Usos del Suelo (US)

Los usos del suelo (US) es el criterio de la EAP que hace referencia a la distribución de tipos de cobertura dentro del agroecosistema y resalta aquellas que promueven la conservación de la agrobiodiversidad (León-Sicard et al., 2014). Para determinar este criterio se contó con el apoyo de los trabajadores a quienes a medida que se recorría la finca, se les preguntaba sobre el uso de cada división. Con ayuda de la aplicación Avenza Maps entonces se marcó el tipo de cobertura observada en campo para cada porción del terreno, lo que posteriormente sirvió de insumo para digitalizar esta información en Qgis. Utilizando las herramientas de geometría de la aplicación, se determinó el área cubierta por coberturas amigables con la agrobiodiversidad y posteriormente se dividió por el área total de la finca como lo muestra la ecuación 1.15.

$$US = \frac{\sum_1^n Aab_i}{Af} * 100 \quad (1.15)$$

Donde,

Aab_j, es el área de la cobertura tipo j que favorece la agrobiodiversidad

Af, es el área total de la finca.

En el caso de los agroecosistemas ganaderos de Pivijay, se tuvo en cuenta como coberturas favorables para la agrobiodiversidad dos tipos principalmente: alguna variación de un sistema silvopastoril y remanentes de vegetación en el agroecosistema con intención de conservación. Una vez determinados los valores, fueron contrastados con la tabla de rangos para el criterio US 3.4.5-1.

Tabla 3.1.3.5.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de usos del suelo (US). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
US	Porcentaje del área de la finca que es dedicada a usos del suelo que son favorables o amigables con la agrobiodiversidad.	Entre el 75% y el 100% de la finca está utilizada con coberturas favorables para la agrobiodiversidad.	10
		Entre el 50% y el 74% de la finca está utilizada con coberturas favorables para la agrobiodiversidad.	8
		Entre el 25% y el 49% de la finca está utilizada con coberturas favorables para la agrobiodiversidad.	6
		Entre el 12% y el 24% de la finca está utilizada con coberturas favorables para la agrobiodiversidad.	3
		Menos del 12 % de la finca se utiliza en coberturas favorables para la agrobiodiversidad.	0

3.1.3.6. Prácticas de Manejo Ganadero (PMg)

Todos los agroecosistemas analizados fueron de vocación ganadera únicamente. Aunque en algunos de ellos se presentan cultivos de yuca y pastos de corte, sus áreas respecto al total de la finca son muy bajas y están relacionadas igualmente a la actividad ganadera como estrategias de provisión de forraje en la época seca. Por estas razones, para este trabajo solo se tuvieron en cuenta las prácticas de manejo relacionadas a la ganadería (PMg) y no a la agricultura como sí se ha hecho en otros trabajos (Daza-Cruz, 2020; Pinzón-Cortés, 2014).

Las PMg permiten determinar si el tipo de manejo sobre el agroecosistema es de tipo convencional o está guiado por principios agroecológicos, lo que depende de las decisiones de cada propietario y está relacionado con sus creencias, preferencias y experiencias sobre su sistema productivo y su

responsabilidad con la naturaleza. En otras palabras, el manejo del sistema está totalmente relacionado con la dimensión cultural del agroecosistema (León-Sicard et al., 2014).

El indicador PMg está compuesto por cinco criterios: la preparación del suelo (PS), el arreglo del sistema (AD), la rotación de potreros (RP), el manejo del agua (MA) y el manejo Sanitario (MS). Cada uno fue evaluado a partir de 12 entrevistas realizadas a los propietarios y trabajadores de los agroecosistemas y cuando fue posible, confirmado a través de la observación directa. Las valoraciones individuales de cada criterio pueden revisarse en las tablas de la A2-4 a la A2-8 del anexo 2. El valor final del indicador consiste en el promedio de los cinco criterios como se muestra en la ecuación 1.16.

$$PMg = \frac{PS+AS+RP+MA+MS}{5} \quad (1.16)$$

Tabla 3.1.3.6.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de prácticas de manejo ganadero (PMg). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
PMg	Prácticas de manejo del sistema ganadero que son valoradas de acuerdo con el grado en el que contribuyen a la conservación de la agrobiodiversidad dentro de la finca y a la biodiversidad en general.	Sistemas cuyas prácticas favorecen altamente la agrobiodiversidad, por ejemplo, los SSP agroecológicos.	10
		Sistemas cuyas prácticas favorecen moderadamente la agrobiodiversidad, por ejemplo, algunos SSP.	8
		Sistemas cuyas prácticas favorecen ligeramente la agrobiodiversidad, por ejemplo, fincas transaccionando hacia SSP.	6
		Sistemas con algunas prácticas favorecen la agrobiodiversidad, por ejemplo, en sistemas incipientes.	3
		Sistemas cuyas prácticas <u>no</u> favorecen la agrobiodiversidad, por ejemplo, los sistemas convencionales.	0

3.1.3.7. Prácticas de Conservación (PRC)

Las prácticas de conservación (PRC) están relacionadas con aquellas actividades que de manera intencionada pretenden conservar componentes ecosistémicos de alta importancia, como lo son el suelo (PCS), el agua (PCA), o la biodiversidad (PCB). Así estos tres componentes se convierten en

los criterios a través de los cuales se evalúan prácticas por fuera de las PMg, encaminadas a sustentar la agrobiodiversidad como elemento fundamental del sistema ganadero.

La información para establecer cada criterio fue obtenida a través de las respectivas 12 entrevistas y la observación en campo. Algunas veces se incluyó también la germinación de especies arbóreas en las casas de los propietarios, como una PCB. El indicador final PRC fue obtenido a través del promedio de los tres criterios que se muestra matemáticamente en la ecuación (1.17).

$$PRC = \frac{PCS+PCA+PCB}{3} \quad (1.17)$$

Tabla 3.1.3.7.1. Descriptores y rangos de valoración para el indicador de prácticas de conservación (PRC). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
PRC	Prácticas no contempladas dentro de la PMg, que de manera intencionada tienen por objetivo conservar el suelo, el agua o la biodiversidad.	Sistemas que incluyen 13 o más tipos de prácticas de conservación.	10
		Sistemas que incluyen entre 9 y 12 prácticas de conservación,	8
		Sistemas que incluyen entre 4 y 8 prácticas de conservación.	6
		Sistemas que incluyen 3 o menos prácticas de conservación.	3
		Sistemas que <u>no</u> incluyen ninguna práctica de conservación.	0

3.1.3.8. Percepción, Conciencia y Conocimiento (CON)

La decisión de aplicar prácticas de manejo agroecológico o prácticas de conservación dentro del agroecosistema puede estar mediada por las percepciones que tienen los propietarios sobre la biodiversidad, la naturaleza o el fenómeno de la vida en sí misma. Recordando que cada ser humano está moldeado por el entorno cultural en el que vive y a la vez influenciado por las condiciones ecosistémicas que lo rodean, las acciones pueden ser la materialización de múltiples pensamientos, experiencias y perspectivas que se desarrollan dentro de dichos contextos (León-Sicard, 2021).

Por lo anterior, valorar cuáles son las motivaciones o condiciones que llevan a los propietarios a manejar de cierta manera el agroecosistema, se convierte en un factor fundamental para comprender de manera integral el mismo. El indicador CON, evalúa esto a través de la valoración de las percepciones, el nivel de conciencia ambiental y el conocimiento que tiene un productor para tomar decisiones frente a la agrobiodiversidad. La valoración se realizó a través de 12 entrevistas realizadas a propietarios y trabajadores de las fincas estudiadas.

Tabla 3.1.3.8.1. Descripción y rangos de valoración para el indicador de percepción, conciencia y conocimiento (CON). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
CON	La percepción y la conciencia están relacionadas al grado de importancia que le da el productor a la BD, ya sea por su valor intrínseco de existencia o por los beneficios que percibe de ésta. Por otra parte, el conocimiento hace referencia a la claridad conceptual que tiene este sobre los mecanismos de interdependencia entre la BD y su sistema productivo.	Alto grado de conciencia ambiental y conocimiento del rol de la biodiversidad.	10
		Alto grado de conciencia ambiental y moderado conocimiento del rol de la biodiversidad.	8
		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

3.1.3.9. Capacidad de Acción (CA)

El último indicador que compone la EAP es la capacidad de acción (CA) que tiene el propietario de un agroecosistema para transformarlo y llevarlo hacia estados favorables para la agrobiodiversidad. Este indicador se encuentra muy relacionado con las dimensiones políticas, económicas, financieras e institucionales que hacen parte del contexto cultural de los productores y pretende establecer si estas condiciones facilitan o no la transición de sus sistemas productivos.

León-Sicard (2021), establece estas condiciones o habilitantes culturales en cuatro categorías que incluyen la capacidad financiera (CF), logística (CL), de gestión (CG) y el nivel de acceso a asistencia técnica y capacitación agroecológica (CAT) por parte del productor. Nuevamente el detalle de cómo se evalúa cada uno de estos cuatro criterios se encuentra en el anexo 2 y en las tablas A2-9 a la A2-12. El establecimiento del indicador final es el promedio del valor de los criterios y se interpreta según la tabla 3.4.9-1.

$$CA = \frac{CF + CL + CG + CAT}{4} \quad (1.18)$$

Tabla 3.1.3.9.1. Descripción y rangos de valoración para el indicador de capacidad de acción (CA). Fuente: León-Sicard (2021).

Criterio	Descripción	Categoría de evaluación	Valor
CA	La capacidad que tiene un propietario para mantener o mejorar el grado de agrobiodiversidad al	Muy alta capacidad de acción para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.	10

interior de su agroecosistema mayor.	Alta capacidad de acción para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.	8
	Media capacidad de acción para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.	6
	Baja capacidad de acción para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.	3
	Muy baja capacidad de acción para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.	0

3.1.3.10. Determinación del grado de desarrollo de la EAP

Una vez obtenido los valores para cada indicador, se procedió hacer el cálculo final a través de la ecuación 1.19. Durante el trabajo en campo y el análisis de la información se evidenció que, tanto los aspectos ecosistémicos como culturales examinados tienen un importante impacto en el manejo de la agrobiodiversidad dentro del sistema ganadero, por lo cual los diez criterios recibieron la misma ponderación.

$$EAP = CEEP + ECE + ECI + DCE + DCI + US + PMg + PRC + CON + CA \quad (1.19)$$

Una vez sumados todos los indicadores, el resultado es un valor entre cero y cien, que describe el grado de desarrollo de la EAP con base en los rangos mostrados en la tabla 3.4.10-1.

Tabla 3.1.2.10.1. Rangos de valoración del grado de desarrollo de la EAP. Fuente: León-Sicard (2021).

Resultado EAP (ecuación 1.19)	Grado de Desarrollo
91 a 100	Completamente desarrollada
81 a 90	Muy fuertemente desarrollada
71 a 80	Fuertemente desarrollada
61 a 70	Moderada a fuertemente desarrollada
51 a 60	Moderada
41 a 50	Moderada a ligeramente desarrollada
31 a 40	Ligeramente desarrollada
21 a 30	Débilmente desarrollada
11 a 20	Muy débilmente desarrollada
Menor a 10	Sin estructura

3.1.4. Análisis de los factores culturales de la EAP

Los último cinco criterios de la EAP están relacionados principalmente con los factores culturales que determinan la agrobiodiversidad. A excepción de US, los demás factores culturales fueron asignados a través de una calificación otorgada por la autora con base en las entrevistas, la observación en campo y contrastada con las tablas de valores para los criterios que componen cada indicador. Sin embargo, para profundizar más en las relaciones que existen entre los factores culturales y sus implicaciones sobre la conectividad del Bs-T, se realizó un análisis del discurso desde la metodología de la teoría fundamentada (TF) y a través del software de análisis cualitativo Atlas TI.

Es importante resaltar que la metodología propuesta por la TF permite interpretar el contexto que está siendo estudiado de manera inductiva y en función de las interpretaciones de los propios entrevistados. Así, se trata de una construcción intersubjetiva (entrevistador-entrevistado), que pretende hacer una teorización sustantiva sobre la realidad estudiada. Aunque los resultados obtenidos responden a un contexto particular y no pueden ser generalizados, sí podrían aplicarse parcialmente a contextos similares (San Martín-Cantero, 2014).

Para el caso de este trabajo, el análisis estuvo basado en los datos arrojados por las 12 entrevistas realizadas y conservadas en formato audio, las anotaciones del diario de campo y una imagen que fue resultado de un taller realizado con los productores ganaderos. Se siguió el orden de los tres niveles de codificación propuestos por Strauss y Corbin (2002).

El primer nivel, que trata de la codificación abierta, partió de crear códigos basados en los datos analizados, otorgándole un sentido a los documentos y respetando los conceptos manifestados por los entrevistados. El siguiente paso fue la categorización de códigos, la cual fue realizada partiendo del marco de la EAP, con las variables PMg, PRC, CON y CA como categorías principales, complementadas por otras categorías surgidas de los datos y que dan cuenta de fenómenos relevantes para los productores ganaderos. En estas últimas, por ejemplo, se incluyó la baja productividad, la ausencia de la institucionalidad y la conectividad social.

Finalmente, el análisis relacional se realiza durante la fase de codificación axial, en la cual se establecen relaciones entre las distintas categorías. Las relaciones estuvieron basadas en la coocurrencia de códigos entre categorías y en una última fase de teorización, se empleó un diagrama de red que permitió la síntesis de hipótesis para describir los fenómenos que existen en el contexto estudiado (Anexo 4). Como no era objeto de este trabajo, no se realizó una codificación selectiva que tratara de integrar todas las variables bajo una misma categoría.

3.2. OBJETIVO 2: ESTABLECER CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE UN SSP POTENCIAL, QUE RESPONDA A LAS CONDICIONES LOCALES DEL SISTEMA GANADERO.

3.2.1. Diseño e Implementación de un Taller con los Productores Ganaderos

Para el diseño de un sistema silvopastoril intensivo o agroecológico (SSP)¹ basado en el estado actual de la EAP de cada finca y en la planeación de la EAP potencial, se realizó un taller con los productores que hicieron parte de este trabajo. El taller estuvo dividido en tres secciones principales:

¹ La denominación de sistema silvopastoril intensivo o sistema silvopastoril agroecológico, se utilizan indistintamente en este documento. Ambas denominaciones se refieren a los sistemas que utilizan por

1. Exposición de los resultados relativos al primer objetivo y la clarificación de conceptos
2. Ejercicio de planificación predial orientado a la implementación de prácticas silvopastoriles en cada finca
3. Mapeo rápido del paisaje social desde la perspectiva de los participantes.

En la primera parte del taller se hizo una breve exposición de los resultados principales obtenidos, con especial atención a los indicadores de la EAP que más deberían fortalecerse en los agroecosistemas. Posteriormente se hizo un repaso de las prácticas silvopastoriles más difundidas y se realizó una unificación de conceptos entre todos los participantes del taller, ya que serían la base de la dinámica que se desarrolla en la siguiente sección.

De antemano se realizó el diseño de un SSP potencial para la zona, que incluyera distintas opciones silvopastoriles, rescatando algunas prácticas que ya se implementan en los agroecosistemas y que tuviera en cuenta el carácter anegadizo de los suelos en el área de estudio. Este diseño puede ser visualizado en el Anexo 5.

El siguiente paso, fue la entrega a cada productor de un esquema de su predio y una imagen de contexto en la que se identificaban claramente las coberturas de bosque que hacen parte del área de influencia de su finca. Con esta información y el SSP potencial diseñado se les preguntó a los productores:

¿Cuáles prácticas silvopastoriles adaptaría usted en su finca pensando en conectar mejor los remanentes de bosque?

Para este ejercicio se dio un tiempo de 30 minutos en los cuales los productores dibujaron en sus esquemas aquellas estrategias que en su opinión conectaban los bosques, pero que también atendían a sus necesidades y deseos. Dentro del ejercicio se permitió la discusión y el intercambio de opiniones. Posterior a ello se hizo la siguiente pregunta:

Analizando el modelo SSP que usted ha propuesto, ¿Cuáles serían las principales oportunidades y limitantes para su implementación?

En esta segunda parte del ejercicio se elaboró un esquema conjunto en donde se organizaban las ideas que surgían de la discusión de los productores en tres categorías: oportunidades, limitantes y necesidades.

entre tres y cuatro estratos de vegetación, control de pastoreo y facilidades de aporte de agua a los animales, bajo las premisas éticas del bienestar animal, propuestas y ejecutadas por el CIPAV (Montagnini, 2015; Murgueitio et al., 2011; Murgueitio & Ibrahim, 2004b; Rivera et al., 2013; Uribe et al., 2011).



Figura 3.2.1.1. Taller de socialización y planificación participativa con los productores ganaderos.

3.2.2. Mapeo del paisaje social desde la perspectiva de los ganaderos

Finalmente, aprovechando el espacio del taller, se quiso evaluar qué tan conectados se sienten los productores ganaderos con el resto de los actores que intervienen en el paisaje del Bs-T de Pivijay. Esto se realiza a través de una metodología de mapeo social desde la perspectiva de un grupo focal, en este caso los productores ganaderos. Con esta metodología es posible identificar los actores claves, recursos disponibles (Buckingham et al., 2018), metas en común y acciones necesarias para fortalecer el trabajo conjunto que incida en el éxito de proyectos propuestos para un territorio (Sepúlveda-Herrera & Guerra-Morales, 2014).

Para desarrollar el ejercicio de mapeo de la conectividad social, sobre una cartulina se fueron diagramando las respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los actores que según su opinión deben intervenir en la transformación del paisaje ganadero?
2. Ante la propuesta de un proyecto de restauración mediante SSP, ¿el papel del actor x sería positivo o negativo?
3. De los actores identificados, ¿Con cuáles de ellos usted mantiene contacto en términos de flujo de información, financiación o asistencia técnica?

Los resultados obtenidos fueron transformados posteriormente en una matriz simétrica dicotómica, donde 1 implica que existe relación de algún tipo entre los actores y 0 en todos los casos donde no existe relación. La matriz fue posteriormente graficada y analizada a través de indicadores claves con el programa UCINET 6 (Borgatti et al., 2002).

3.3. OBJETIVO 3: ESTUDIAR LAS RELACIONES DEL SSP PROPUESTO CON LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE LOS REMANENTES DE BOSQUE SECO TROPICAL.

3.3.1. Descripción de la Conectividad Ecológica Estructural

Dado que uno de los objetivos de esta tesis fue entender las implicaciones del manejo de la agrobiodiversidad de los sistemas ganaderos sobre la conectividad de los remanentes de Bs-T, se realizó el abordaje de la conectividad ecológica del ecosistema desde su aspecto estructural. Si bien la conectividad estructural tiene limitaciones (Díaz-Pineda & Schmitz, 2011; Pulsford et al., 2015), permite describir algunos aspectos sencillos de la composición del paisaje y entender qué variables de este pueden fomentarse a través de las prácticas silvopastoriles propuestas más adelante.

3.3.1.1. Creación del insumo base y clasificación de las coberturas del Bs-T

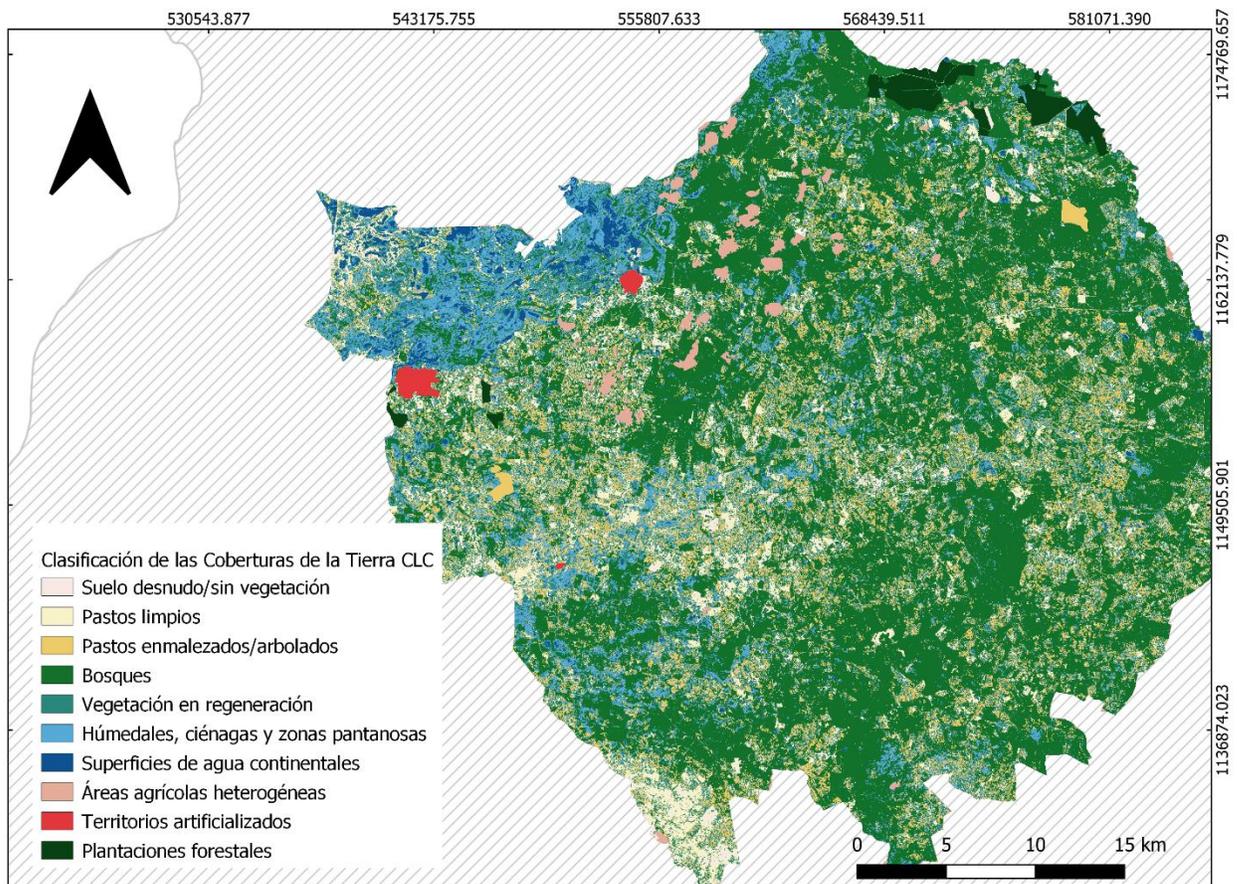


Figura 3.3.1.1. Coberturas de la tierra CLC para el municipio de Pivijay. Insumo base para la identificación de los remanentes y el cálculo de las métricas de paisaje. Fuente: la autora.

Para identificar los fragmentos de Bs-T, se realizó una clasificación de las coberturas de la tierra según Corine Land Cover (IDEAM, 2010) a través del método Random Forest (RF). RF es un potente clasificador por aprendizaje automático, no paramétrico, con altos valores de precisión en

de clasificación de coberturas de la tierra y sobre distintos tipos de ecosistemas (Rodríguez-Galiano et al., 2012).

Otras capas de apoyo en la clasificación fueron el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) (Martinuzzi et al., 2007), puntos de verificación tomados en campo e información secundaria de capas de cobertura de la tierra cortadas para la zona (CORPAMAG, 2018; IDEAM et al., 2017). Con estas fuentes de información se sustentó la selección de 122 áreas de entrenamiento o muestras para la clasificación.

El ráster obtenido luego fue pasado por el complemento de ACATAMA en QGis con el cual se determinó una exactitud para la clasificación de 0.82. La clase de interés para este trabajo fue la de “Bosques” en la que se incluyeron distintos tipos de área con bosques riparios, densos y abiertos. En conjunto, esta clase se consideró el objeto de conservación sobre el cual se calcularon las métricas del paisaje para la priorización de remanentes de Bs-T para incrementar la conectividad del paisaje.

3.3.1.2. Selección y cálculo de las métricas del paisaje

Para realizar una adecuada interpretación del estado actual del paisaje y tener puntos comparativos, se calcularon las métricas a nivel municipal y a nivel del área de estudio. Esta última se delimitó con base en los siguientes criterios:

1. Incluir las doce fincas analizadas
2. Abarcar una zona típicamente ganadera con alta dominancia de las coberturas de pastos con árboles, arbustos y cultivos
3. Hacer parte de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y que por lo tanto a través de su manejo puede ser un área de amortiguación de esta importante reserva
4. Incluir arroyos y pequeños cursos hídricos con remanentes ribereños importantes para la conectividad y cercanos a las fincas.

A través de una revisión de la literatura se escogió un grupo de métricas que miden los distintos atributos del paisaje y adicionalmente cumplen con condiciones de consistencia, no redundancia y aplicabilidad para distintos ecosistemas (Cushman et al., 2008). Estas métricas, además de cuantificar la configuración y composición del paisaje, se pueden relacionar con las prácticas de manejo de los agroecosistemas (Aguilera-Benavente, 2012) y ayudan a construir inferencias generales sobre los efectos ecológicos que dichas configuraciones tienen sobre los flujos ecosistémicos y la calidad de hábitat ofrecida a la BD (Taddeo & Dronova, 2020).

Un total de 24 métricas fueron calculadas a nivel de clase, través de Fragstats 4.2. La definición de la zona de borde se basó en revisión de la literatura. Múltiples autores coinciden en que el efecto de borde del Bs-T suele ser bajo dados los atributos estructurales del ecosistema que, incluso, puede desaparecer durante la época de sequía donde ocurre la defoliación del dosel (Arruda & Eisenlohr, 2016; Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2015; Sampaio & Scariot, 2011). Sin embargo, en otros estudios sí se han encontrado efectos de borde sobre el ensamblaje y diversidad de las comunidades incluso hasta 40 m al interior del fragmento (Benítez-Malvido et al., 2014; Suzán-Azpiri et al., 2017). La mayoría de los estudios resaltan que estos efectos pueden ser fuertes, pero su detección depende de múltiples variables. En este trabajo se decidió utilizar una media de 20 m como borde de las coberturas de bosque abierto y denso.

Con las 24 métricas calculadas se realizó un análisis de correlación de Pearson, con tal de hacer una reducción de las métricas del paisaje a un grupo limitado de variables que reúnen la mayor información sobre el estado de las coberturas en el área de estudio. Las 12 métricas seleccionadas finalmente se relacionan en la tabla 2-6-2-1.

Tabla 3.3.1.2.1. Métricas seleccionadas para la descripción del paisaje de Bs-T en Pivijay posterior al análisis de correlación. Fuente la autora, modificado de la literatura.

Tipo de Métrica	Métrica	Interpretación (Mc Garical et al., 2012)	Importancia en la conectividad (Aguilera-benavente,2012; Velázquez-Franco, 2017; Cadavid-Flórez et al., 2019; Taddeo & Dronova, 2020)
Descriptorios generales	Porcentaje del Paisaje (PP)	% de la clase respecto al área total del paisaje.	Cantidad de infraestructura ecológica disponible.
	Densidad de Fragmentos (DP)	Cantidad de fragmentos de la clase en 100 ha.	Mayores números implican una mayor fragmentación de la cobertura
	Índice del Parche más grande (IPG)	% de área ocupado por el fragmento más grande de la clase.	Identifica el fragmento más grande
	Longitud total de borde (LE)	Distancia total de perímetro en metros.	Mayores distancias implican posibles mayores efectos de borde sobre la BD.
Área	Área de los fragmentos (media ponderada) (AM-P)	Promedio ponderado del tamaño de los fragmentos en hectáreas.	Fragmentos muy pequeños pueden no ser capaces de sostener la BD, además de que gran variabilidad en tamaño puede poner límites a la movilidad de las especies.
Forma	Índice de forma (promedio) (IF)	Complejidad geométrica de los fragmentos. De uno para fragmentos circulares, hasta valores infinitos para formas más complejas.	Las formas de los fragmentos pueden tener impactos en los efectos de borde y en el impacto humano sobre las coberturas.
	Radio de Giro (media ponderada) (RG)	Mide la elongación de los fragmentos, desde 0 para fragmentos de un solo píxel hasta valores infinitos de fragmentos alargados.	Estructuralmente fragmentos más alargados pueden indicar mayor conexión entre sí.
Área Núcleo y Borde	Área Núcleo (media ponderada) (AN)	Área núcleo promedio de la clase	Áreas con la mejor calidad de hábitat, sin efectos de borde
	Contraste de Borde (EC)	Mide el contraste del borde de la clase, respecto a las clases con las cuales está en contacto	Mayores valores significan un alto contraste de borde con las coberturas en contacto. Altos contrastes pueden significar

			menores probabilidades de movilidad para la fauna.
Aislamiento	Distancias euclidianas al vecino más próximo (promedio) (DEV)	Mide la distancia promedio al fragmento vecino de la misma clase en pixeles.	Mayores distancias implican mayor aislamiento y probablemente mayor resistencia de movimiento a través de la matriz.
	Número de áreas núcleo disjuntas (ND)	Mide el número total de áreas núcleo que se encuentran desconectadas de otros	Las áreas con condiciones ecológicas apropiadas para sostener la BD se encuentran separadas.
Agregación	Índice de cohesión (IC)	Mide en porcentaje la cantidad de fragmentos de la misma clase que se encuentran agregados	Mayor agregación y cohesión de los fragmentos tiene implicaciones en una mayor continuidad estructural de la cobertura y la conectividad local de hábitats.

3.3.1.3. Definición de objetos de Conservación y valoración

Un nuevo cálculo de 7 métricas informativas fue realizado para el área de estudio definida y esta vez a nivel de parche o fragmento. Con base en los resultados, se creó un indicador sencillo de calidad ecológica (ICE) del parche, valorando positivamente los atributos del paisaje que se relacionan con una mayor conectividad, mayor oferta de hábitat y menor resistencia al movimiento a la BD (Cushman et al., 2008). El cálculo de este índice se muestra en la siguiente ecuación:

$$ICE = (CO + SHAPE + RG) - (EC + ENN) \quad (1.20)$$

Donde,

CO, es el área núcleo de cada fragmento.

SHAPE, es el índice de forma del fragmento.

RG, es el radio de giro del fragmento.

EC, es el índice de contraste del fragmento de bosque con las coberturas circundantes.

ENN, es la distancia euclidiana al fragmento de bosque más cercano.

El cálculo se hizo solamente sobre los fragmentos con área mayor a una hectárea. El indicador valoraría positivamente a aquellos fragmentos que tienen altos valores de área núcleo, a la vez que formas más complejas y alargadas, con menores índices de contraste con las coberturas circundantes y con menores distancias de separación de otros fragmentos de bosque. Si bien se reconoce que es un indicador básico, para el alcance del presente trabajo fue suficiente para hacer una priorización sencilla de los fragmentos de Bs-T.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El siguiente apartado presenta los resultados del trabajo, partiendo primero de una descripción del contexto ambiental del área de estudio, seguido de los principales hallazgos de este trabajo, así como su respectiva discusión, en el orden en que fueron presentados los objetivos específicos. Posterior a la contextualización del área de estudio, se presenta la descripción del manejo de la agrobiodiversidad dentro del sistema ganadero a través del índice ambiental de la EAP. Luego, se hace una descripción y discusión de la EAP potencial de dos agroecosistemas ganaderos, diseñada junto a los productores. Por último, se analizan las implicaciones que podría tener la EAP potencial en el mejoramiento de la conectividad del paisaje de Bs-T en Pivijay.

4.1. CONTEXTO AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la zona noroccidental del municipio de Pivijay, departamento del Magdalena que, junto con los 8 municipios circundantes de su perímetro, conforman la región “Río” dada su localización al margen oriental del Río Magdalena. Las coordenadas de la cabecera municipal son 10° 27'39"N y 74°37'1"O y la altitud promedio del municipio es de 42 m.s.n.m. En la figura 4.1.1. se presenta la ubicación general de la zona en el contexto del país y la distribución de los agroecosistemas mayores o fincas estudiadas en la región².

4.1.1. Contexto geofísico

El municipio de Pivijay se encuentra sobre una planicie de inundación generada por el desbordamiento continuo del río Magdalena y del caño Schiller, que conecta al primero con la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Los suelos son de origen aluvial y/o lacustre, con pendientes no mayores al 2%, nivel freático alto y mal drenaje, sometidos así a periodos estacionales de inundación. Suelen ser de pH ligeramente ácido a neutro y de fertilidad media, donde el nutriente limitante suele ser el fósforo (Villar-Suárez, 2001).

La zona está caracterizada por un clima cálido semiárido, con temperaturas siempre por encima de los 24°C y precipitación promedio de 1.372 mm anuales. Esta precipitación se encuentra distribuida de forma estacional bimodal, con dos periodos lluviosos de abril a junio y de agosto a noviembre, siendo este último el más intenso. Los periodos secos ocurren de diciembre a marzo y entre junio y agosto (IDEAM et al., 2017), éste último menos intenso, llamado localmente como “verano de San Juan”.

4.1.2. Contexto ecosistémico

El área de estudio corresponde la zona de vida del bosque seco tropical (Bs-T) según la clasificación de Holdridge (1982). Del ecosistema original, actualmente se conserva menos del 1% de su cobertura (CORPOMAG, 2017). El grado de transformación en la región es de tal magnitud, que no existe representación del bosque en el mapa del Bs-T para Colombia a escala 1:100.000 (García et

² León-Sicard (2021) propuso la diferenciación de los agroecosistemas en dos categorías: lo agroecosistemas menores o sitios de cultivo, pasturas o zonas agroforestales y los agroecosistemas mayores o fincas, que reúnen a los primeros e incluso fragmentos de ecosistemas dentro de los agroecosistemas.

al., 2014; Zuluaga & Etter, 2016). Este ha sido remplazado por agroecosistemas de ganadería extensiva, caracterizados por mosaicos de pasturas con espacios naturales y bosques de galería basales secos relegados a algunos pocos afluentes hídricos (IDEAM et al., 2017).

Desde muy temprano en el siglo XVI, el área circundante a Santa Marta (que actualmente incluiría a la región de Pivijay) estuvo bajo la transformación de las coberturas originales de bosque a pasturas nativas en un principio, y más tarde (1850's) por la introducción de gramíneas invasoras como *Brachyaria*. La regeneración natural del bosque se combatió principalmente con fuego, simplificando así aún más las complejas relaciones estructurales y funcionales del ecosistema original. La pérdida de biodiversidad histórica durante estos procesos es parte del legado de lo que se puede observar actualmente en el paisaje (Yepes, 2001).

Es importante destacar que el área de estudio hace parte de la cuenca de la CGSM, catalogada como zona RAMSAR (UNESCO, 1987), en la que el municipio de Pivijay tiene jurisdicción sobre el 13.06% del área total. Esta participación en la cuenca implica la existencia de una fuerte dinámica hidrológica, por lo que recibe la clasificación de zonobioma alternohigrítico tropical. La pertenencia a este zonobioma indica que, de manera estacional, el ecosistema de bosque y los agroecosistemas en el área de estudio están sometidos a perturbaciones relacionadas con inundaciones.

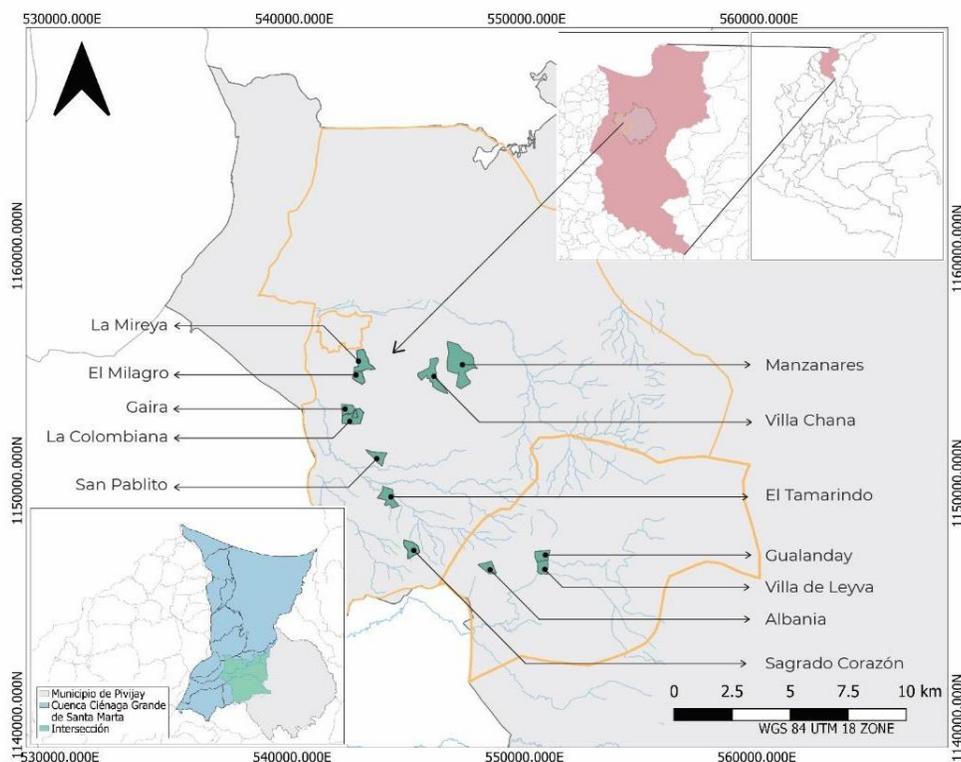


Figura 4.1.1. Localización del área de estudio y de los doce sistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.

4.1.3. Contexto histórico

Una de las principales rutas de introducción del ganado a la Nueva Granada fue a través de Santa Marta, cuando algunas cabezas fueron traídas por barcos desde las Antillas menores. Este constituyó parte de la biota mixta con la que llegaron los colonizadores y que impactó de manera profunda las relaciones ya establecidas entre las sociedades prehispánicas y los ecosistemas originales. Con una herencia ibérica de pasturas de grandes extensiones, los ganados vacunos se establecieron en el territorio americano bajo un modelo de ocupación de la tierra de grandes extensiones y alta concentración de la propiedad (Yepes, 2001).

Originalmente esta área del río Magdalena estaba ocupada por los indígenas Chimila – Ette Eneka, grupo étnico que vivía de la agricultura y la caza y que fue muy reconocido durante el periodo de la colonización española por oponerse bélicamente a la ocupación de sus territorios. Etimológicamente el nombre de esta etnia es el de “muchos”, dado que ocupaban una vasta extensión de la llanura del Caribe. Sin embargo, a pesar de su fuerte resistencia, terminaron siendo desplazados por el avance de la frontera agropecuaria avalada por las normas de “legitimidad” que los invasores crearon para apropiarse de sus tierras (Bolinder & Goggel, 1987).

En la actualidad, menos del 1% de la población en Pivijay se reconoce como perteneciente a alguna comunidad indígena (CORPOMAG, 2018). Los indígenas Chimila se encuentran totalmente marginados en las sabanas de San Ángel, municipio del Magdalena, en condiciones de vida poco adecuadas y con una erosión cultural enorme (Bolinder & Goggel, 1987). Este legado histórico de conflictividad por la tenencia de la tierra no acabaría con el desplazamiento de sus pobladores originales, puesto que en la historia reciente ha hecho parte fundamental de las dinámicas de este territorio.

Las haciendas ganaderas que empezarían a consolidarse desde mitades de siglo XIX, ocuparían en el Caribe principalmente las planicies de inundación, marginalizando a las comunidades originarias a las zonas montañosas o con menor aptitud agrícola. La ganadería se convirtió en una actividad que permitía la generación de riqueza a través de la tenencia de la tierra, y que enriqueció a colonos, generando nuevas clases sociales como los hidalgos y un grupo empresarial encargado del transporte y los mataderos (Yepes, 2001). El comercio principal del ganado criado en la costa Caribe fue para sustentar un incremento en el consumo interno, principalmente las regiones de los Santanderes y la zona antioqueña, especialmente la ciudad de Medellín, que a través de sus ferias ganaderas tenía gran impacto en los precios de mercado.

Si bien existe un imaginario de las grandes haciendas ganaderas de la costa atlántica, la ganadería también tuvo un importante papel en la economía de pequeños productores que complementaban los sistemas agrícolas. Los pequeños productores estuvieron más enfocados en la producción láctea para maximizar los beneficios, aunque su desarrollo como industria estuvo siempre muy limitado por la falta de mecanismos de refrigeración. Aún la producción de carne nunca fue vista como un gran eje de desarrollo económico (a diferencia del auge del café), y los réditos económicos nunca pasaron de ser una inversión segura más que una actividad de alta rentabilidad. (Posada-Carbó, 1998)

A principios del siglo XX, con el aumento de las exportaciones a algunos países latinoamericanos y demandas europeas, los gremios ganaderos, que empezaban a consolidarse, quisieron impulsar la industria desde el empaque y refrigeración de la carne. Sin embargo, con la resistencia de fuerzas políticas en el interior de un sistema centralizado, el Caribe nunca fue visto como una zona de gran prosperidad económica, y el único proyecto encaminado a una tecnificación fracasó en medio de la

crisis económica mundial de los años 20. De igual manera se ha reconocido que la cerne colombiana no tiene la calidad ni competitividad referente a otros países como Argentina, y ha quedado rezagado principalmente para suplir la demanda interna (Posada-Carbó, 1998).

La estructura desigual que en muchas regiones está dado por el modelo de ocupación de la ganadería extensiva, por supuesto fue parte de la explicación del surgimiento de movimientos campesinos en los años 30, quienes criticaron fuertemente la restricción al derecho a la tierra y el establecimiento de relaciones laborales mucho más similares a los sistemas feudales. Si bien durante estas décadas se presentaron iniciativas de reformas agrarias, es innegable que los grandes terratenientes habían ganado poder político suficiente para influir en el estancamiento y promover el fracaso de estas (CNMH, 2018).

Más tarde esto sería heredado y eje central del denominado conflicto armado colombiano (iniciado a mediados del siglo XX), han existido tensiones entre los campesinos agricultores y los grandes terratenientes de la región, especialmente asociadas a las tierras que hacían parte de los márgenes del río o playones. Las condiciones ecológicas de estos suelos, principalmente su gran capacidad de retención hídrica (CORPOMAG, 2018), son especialmente deseadas por los productores y generaron una serie de disputas por su control.

En el marco del conflicto armado, los ganaderos de Pivijay se vieron asediados por la presencia de distintos núcleos del Ejército de Liberación Nacional (ELN), especialmente por el frente Francisco Javier Castaño. Las extorsiones y demandas de pagos por este grupo armado, que se intensificaron en la década del 90, impulsaron la consolidación de grupos paramilitares, que luego serían unificados bajo el bloque norte de las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) en el año 1998. Líderes importantes de este bloque hicieron presencia directa en Pivijay y desde allí ordenaron varias de sus incursiones que resultaron en masacres y desplazamiento bajo la excusa de estar combatiendo a la guerrilla (Hernández-Polo, 2019).

Los grupos paramilitares se insertan dentro de la sociedad pivijayera en varios niveles. En el poder político tuvieron administraciones municipales completamente bajo su mando, fueron capaces de manipular el proceso electoral e incluso realizaron pactos a nivel departamental para enviar sus representantes al congreso de la república. En el nivel económico, sus alianzas con las familias ganaderas más acaudaladas son de conocimiento público. Existieron incluso algunas figuras reconocidas en el pueblo, que detrás de un liderazgo social, escondían sus vínculos con el paramilitarismo, mientras promocionaban estas fuerzas insurgentes en las ferias ganaderas. (Hernández-Polo, 2019).

Las acciones del frente paramilitar Pivijay en los primeros años de los 2000 fueron las más recordadas y tuvieron un mayor impacto en la sociedad. Sus consecuencias principales han sido, por supuesto, el dolor por los asesinatos, el desarraigo de cientos de familias desplazadas de su hogar y el ahogamiento de cualquier tipo de resistencia social o liderazgo, especialmente aquellos involucrados con los derechos de propiedad a la tierra de campesinos agricultores y pequeños ganaderos (Verdad Abierta, 2015). Estos impactantes hechos han cambiado incluso las costumbres de la gente del pueblo, quienes se han transformado en una sociedad más desconfiada, temerosa de exigir sus derechos y desconectada de su territorio.

4.1.4. Contexto socioeconómico

Pivijay es el segundo municipio de mayor importancia económica dentro del departamento después de Santa Marta, con un aporte al PIB departamental del 2,7%. Del área rural, el 56% se encuentra dedicado a la actividad ganadera y el restante a la agricultura campesina de maíz, frijol, ajonjolí, mango y de manera agroindustrial al cultivo de palma de aceite. A pesar de esto, no existen muchos

centros de acopio de alimento en el municipio y, en la mayoría de los casos, el comercio se establece directamente con Barranquilla (ADR et al., 2019).

Con una población total de 34.114 habitantes, el 56% se encuentra ubicada en la cabecera municipal y el 44% en áreas rurales o centros poblados. La situación de vulnerabilidad social de estos pobladores no es muy diferente a la de otros municipios del Magdalena. El 40% de los hogares tiene sus necesidades básicas insatisfechas, cifra que asciende al 57% en el área rural. Los servicios más críticos tienen que ver con el acceso al agua y al sistema de alcantarillado y la disposición de los residuos sólidos (Pivijay, 2020). Otros factores de importancia se relacionan con la calidad de la vivienda y la percepción de que la institucionalidad no es eficiente en la respuesta de los problemas de la sociedad (CORPOMAG, 2018).

Pivijay es un municipio que también ha vivido múltiples hechos de violencia en medio del conflicto armado. La cabecera municipal ha sido receptora de muchas de las víctimas que ha dejado el desplazamiento de comunidades en las áreas rurales aledañas, con por lo menos 14.469 personas desplazadas forzosamente y 5.487 personas declaradas como víctimas que residen en la zona urbana (Unidad de Víctimas, 2021).

4.1.4.1. Estado de la ganadería bovina

El Magdalena es un departamento de fuerte tradición ganadera. Del hato nacional, representa el 5.2% con un total de 1'300.127 cabezas de ganado y un área total de 998.059 ha utilizadas en pasturas y forrajes. De este hato en Pivijay hay por lo menos 151.105 cabezas, distribuidas en más de 2200 unidades de producción, que en su gran mayoría pertenecen a medianos productores con áreas entre 20 y 100 ha. Los agroecosistemas ganaderos en general están orientados a la vocación doble propósito, con un bajo rendimiento, donde la producción de leche por vaca es de tan solo 4.4 l/día (DANE, 2017).

Si bien la ganadería bovina es dentro de la cría de animales la actividad económica principal, otros tipos de sistemas incluyen la cría de ganados ovino-caprino y porcino. De 334.478 animales no vacunos en el departamento del Magdalena, el 80.5% corresponde a ovinos y caprinos, y el 19.5% a cerdos. Estos dos sistemas productivos pueden complementar los sistemas con vacunos, y son especialmente importantes para pequeños propietarios y comunidades étnicas en el Caribe (ADR et al., 2019). De manera reciente, aunque aún muy incipiente viene creciendo el interés por la cría del ganado bufalino, cuyos impactos ambientales aún no se encuentran muy bien evaluados.

Si bien la ganadería es una de las cinco cadenas productivas priorizadas en el plan de desarrollo del departamento, el sector enfrenta diversos retos que trascienden la baja productividad del sistema. Uno de los principales tiene que ver con el mal estado de las vías y el difícil acceso para la recolección de la leche. Por otra parte, la escasa infraestructura de procesamiento o su mal estado, genera que tanto el encadenamiento productivo como la competitividad de los productores sean muy bajas (Gobernación del Magdalena, 2019).

La mayoría de los agroecosistemas ganaderos en Pivijay son de tipo convencional y consecuentemente ejercen alta presión sobre los ecosistemas (Roncallo et al., 2002), habiendo transformado casi en su totalidad las coberturas vegetales originales. La alta demanda hídrica en la ganadería ha intensificado el uso sobre los cuerpos de agua superficiales y profundos, ha alterado sus cursos regulares y genera situaciones críticas de desabastecimiento durante las épocas de sequía. Todo lo anterior genera que los índices de conflicto sobre el uso del suelo sean muy altos en la zona (CORPOMAG, 2017).

Adicionalmente, la población empleada dentro de la actividad ganadera normalmente se encuentra bajo la informalidad laboral y con precarias condiciones de vida. En pocas fincas está garantizado el acceso a los servicios públicos básicos (Alcaldía de Pivijay, 2020). El sector en los últimos años además ha visto una reducción en la disponibilidad de mano de obra, provocada por fenómenos sociales como el despoblamiento rural, principalmente de los jóvenes que migran a los centros urbanos con otros imaginarios de futuro distintos a los de la vida rural (Del Pino & Camarero, 2017).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN LOS AGROECOSISTEMAS GANADEROS ESTUDIADOS

La información general de los agroecosistemas visitados se encuentra en la tabla 4.2.1, cuya localización ya fue presentada en la figura 4.1.1. Las fincas están ubicadas en su totalidad en la parte noroccidental del municipio, en proximidades a la cabecera. Las más lejanas pertenecen al corregimiento de Las Piedras (Albania, Gualanday y Villa de Leyva). El paisaje geomorfológico de tipo aluvial es homogéneo en toda la zona, con una altitud promedio de 42 m.s.n.m.

Tabla 4.2.1. Información general de los agroecosistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.

Nombre	Vereda	Localización	Extensión (ha)	Propósito	Profesión del Propietario	Relación con la finca
Albania	Las Piedras	-74.5576581 10.3700571	22.76	Doble	Profesor (P)	Vive en la finca
El Milagro	Pvijay	74.6086948 10.4433134 8	19.79	Doble	Veterinario	Constante
El Tamarindo	Pvijay	-74.5971067 10.3971180	39.48	Doble	Veterinario	Ausente
Gaira	Pvijay	-74.6129394 10.4310458	24.98	Doble	Veterinario	Ausente
Gualanday	Las Piedras	-74.5365687 10.3746457	25.16	Doble	Campesino	Vive en la finca
La Colombiana	Pvijay	-74.612512 10.427283	37.98	Doble	Profesor (P)	Constante
La Mireya	Pvijay	-74.607103 10.449222	45.04	Lechería especializada y Ceba	Administrador de Empresas	Frecuencia a media
Manzanares	Pvijay	-74.568998 10.448653	140.55	Doble y Bufalina	Miembro Junta Directiva FEDEGÁN	Frecuencia a media
Sagrado Corazón	Pvijay	-74.5879010 10.3772909	31.52	Doble	Profesor (P)	Constante
San Pablito	Pvijay	-74.6010651 10.4127212	25.42	Doble	Administrador	Constante
Villa Chana	Pvijay	-74.579618	61.56	Doble	Abogado (P)	Constante

		10.443920				
Villa de Leyva	Las Piedras	-74.5362517 10.3702308	23.7	Doble	Inspector de Policía (P)	Constante

* "P" = persona que se encuentra pensionada y retirada de su profesión.

Todos los agroecosistemas analizados son de vocación ganadera doble propósito, con actividades agrícolas muy incipientes e igualmente relacionadas a la provisión de forraje para el ganado. En términos generales podrían definirse las doce fincas estudiadas como sistemas de ganadería convencional. En estas predomina el imaginario de "pasto y cielo", donde las pasturas son promovidas en detrimento de las coberturas boscosas y se realiza una selección muy fuerte o limpieza total de las especies arbóreas por la percepción de la competencia que estas representan para las gramíneas en la producción de biomasa (Murgueitio et al., 2011; Sánchez-Romero et al., 2021).

Durante las entrevistas se pudieron determinar características socioeconómicas generales de los productores ganaderos. Todos ellos son propietarios de la tierra ya sea por compra o a través de herencia familiar. Adicionalmente, en todos los agroecosistemas existe la contratación de mano de obra a través de trabajadores que viven con sus familias. Solo para el caso de las fincas Albania y Gualanday el propietario vive dentro de la finca, aunque de igual manera cuenta con la colaboración de un trabajador. Es importante resaltar que las fincas Gaira y El Tamarindo son propiedad de una pareja de esposos.

La tabla 4.2.2 presenta los valores de los diez criterios y la interpretación del grado de desarrollo de la Estructura Agroecológica Principal calculada para los doce sistemas ganaderos analizados en Pivijay. A partir de ella, se pueden realizar las siguientes observaciones:

Tabla 4.2.2. Valores de desarrollo de la Estructura Agroecológica Principal en 12 fincas ganaderas estudiadas en Pivijay (Magdalena). Fuente: la autora.

FINCA	CEE P	ECE	ECI	DCE	DCI	US	PMg	PC	PCC	CA	Valor	Grado de Desarrollo
Albania	2	3	3	3	3	0	4.6	4.7	6	3.8	33.13	Ligera
El Milagro	2	0	3	3	1	0	4.0	5.3	10	4.8	33.17	Ligera
El Tamarindo	3	3	6	6	6	0	3.2	4.3	3	2.6	37.17	Ligera
Gaira	2	3	0	3	1	0	1.8	3.3	3	2	19.17	Muy Débil
Gualanday	4	6	0	6	3	0	2.0	3.0	3.0	2.0	29.00	Débil
La Colombiana	2	3	3	6	3	0	3.8	4.7	10.0	4.6	40.08	Moderada a ligera
La Mireya	2	6	6	3	6	0	6.0	5.0	8.0	4.8	46.75	Moderada a ligera
Manzanares	3	6	6	3	1	2	4.2	3.7	4.0	3.5	36.33	Ligera
Sagrado Corazón	3	6	8	6	6	2	6.6	6.7	9.0	6.1	59.33	Moderada a fuerte
San Pablito	3	3	3	8	6	0	2.8	3.0	6.0	3.0	37.75	Ligera
Villa Chana	2	6	0	8	8	0	4.6	5.0	7.0	4.2	44.75	Moderada a ligera
Villa de Leyva	2	6	6	8	8	4	6.4	6.3	8.0	6.2	60.92	Moderada a fuerte
Promedio	2.50	4.25	3.67	5.25	4.33	0.67	4.17	4.59	6.42	3.96	39.80	Ligera

En primer lugar, debe destacarse que la mayoría de los sistemas ganaderos analizados en este trabajo poseen estructuras agroecológicas de mediano o bajo desarrollo, ya que la mayor frecuencia la ocupa la categoría “ligeramente desarrollada”. El menor valor fue otorgado a Gaira (19.17), con un muy débil desarrollo de su EAP, mientras el mayor lo obtuvo la finca Villa de Leyva (69.92), lo que se traduce en una estructura moderada a fuerte, valoración que comparte con la finca Sagrado Corazón (59.33).

Si bien todas las fincas analizadas corresponden a sistemas ganaderos convencionales, Villa de Leyva y Sagrado Corazón son dos ejemplos de agroecosistemas mayores de producción convencional, pero que a través de sus prácticas se están transformando hacia sistemas de base agroecológica, transformación principalmente motivada por las percepciones y valores de sus propietarios (figura 4.2.1). De esta manera, se puede observar la importancia de los factores culturales como impulsor principal de cambios que se pueden luego apreciar en las características ecológicas del sistema (primeros cinco criterios de la EAP).

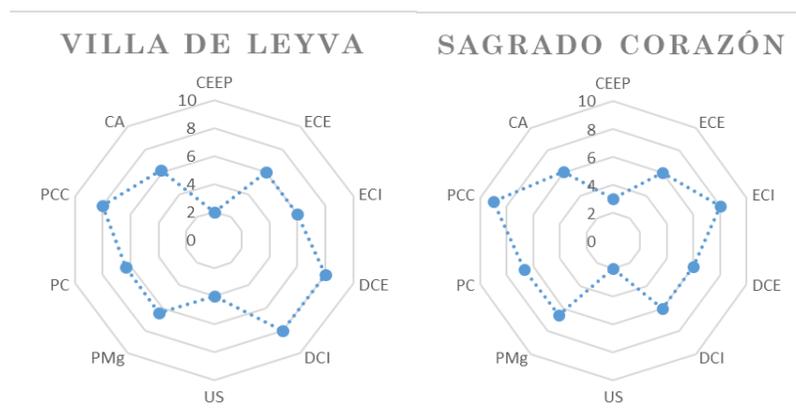


Figura 4.2.1. Representación gráfica de los resultados de los 10 indicadores de la EAP de las dos fincas mejor calificadas. Fuente: la autora.

En el caso contrastante encontramos a Gaira, el agroecosistema con el menor valor de EAP y a Gualanday con un débil desarrollo de esta (29.0), donde son los factores culturales pesan negativamente en el resultado final. En Gualanday es muy interesante observar dos particularidades: es la fina vecina a Villa de Leyva, lo que quiere decir que se encuentra en el mismo contexto ecológico-paisajístico que la finca mejor valorada para este trabajo. En segundo lugar, fue la finca que recibió la mejor valoración para el criterio CEEP y aun así, a pesar de esta potencialidad ecológica ocupa un lugar muy bajo en la escala de la EAP.

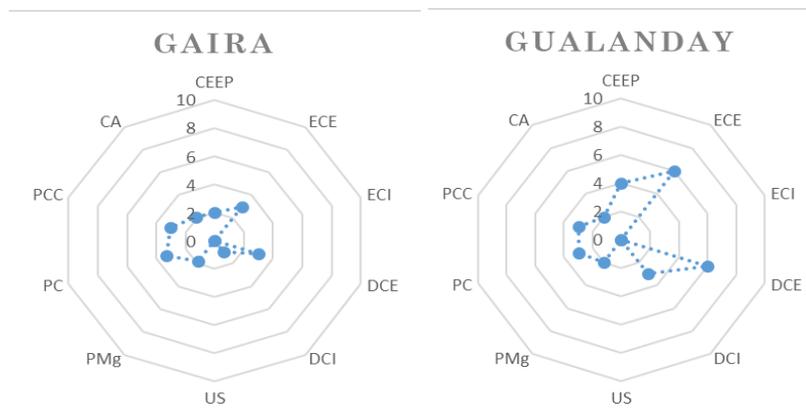


Figura 4.2.2. Representación gráfica de los resultados de los 10 indicadores de la EAP de las dos fincas peor calificadas. Fuente: la autora.

4.2.1 Conexión a la Estructura Ecológica del Paisaje

Dentro de los criterios que explican los muy bajos valores de EAP que se obtuvieron en general, se encuentra la conectividad de los agroecosistemas con la estructura ecológica del paisaje (CEEP). Todas las fincas tienen niveles de conexión muy bajos a bajos, lo cual es coincidente con los altos niveles de transformación que se han presenciado en la zona, principalmente referente a las coberturas originales de Bs-T (CORPOMAG, 2017).

Estos bajos valores son coherentes con las métricas del paisaje calculadas, las cuales ponen de manifiesto el altísimo grado de fragmentación del Bs-T en el área de estudio (desarrollado en el apartado 4.4). Evidentemente una zona donde los fragmentos de bosque se encuentran muy distantes entre sí, tienen alto grado de dispersión y además son en promedio bastante pequeños, afectarán considerablemente los valores de distancias promedio y densidad de fragmentos dentro de la CEEP.

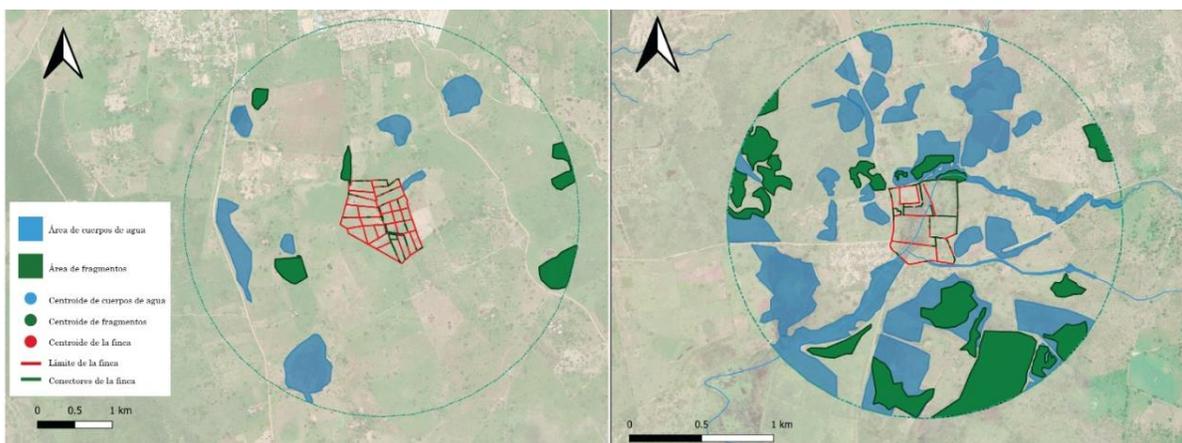


Figura 4.2.1.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con alta CEEP (Villa de Leyva) y otro con baja CEEP (El Milagro). Fuente: la autora.

En cuanto a los cuerpos de agua que también hacen parte de la CEEP, es importante resaltar que, en su mayoría, están representados por jagüeyes de extensión considerable, los cuales suelen ser resultado de modificaciones por parte de los productores ganaderos como estrategia de manejo del agua y para asegurar su disponibilidad durante las temporadas de sequía. Los bosques riparios fueron una categoría de menor presencia, aunque de gran importancia para el diseño de estrategias de conectividad. Aun así, los jagüeyes también podrían ser espacios importantes para la BD, especialmente de la avifauna, que depende de ellos y que los puede utilizar como sitios temporales de refugio (Chará-Serna & Chará, 2020).

4.2.2. Extensión y Diversificación de los Conectores Externos e Internos del agroecosistema

Dentro de la valoración de la EAP, la variable de extensión recibió menor ponderación que la variable de diversificación tanto en conectores externos como en internos. Esto quiere decir que, en general, existe una importante diversidad de especies y estratos que componen los conectores, pero que su continuidad con respecto a la longitud total de cercas es bastante baja. En general los valores de extensión estuvieron por debajo del 50% de la cerca perimetral y las divisiones internas de los agroecosistemas mayores.

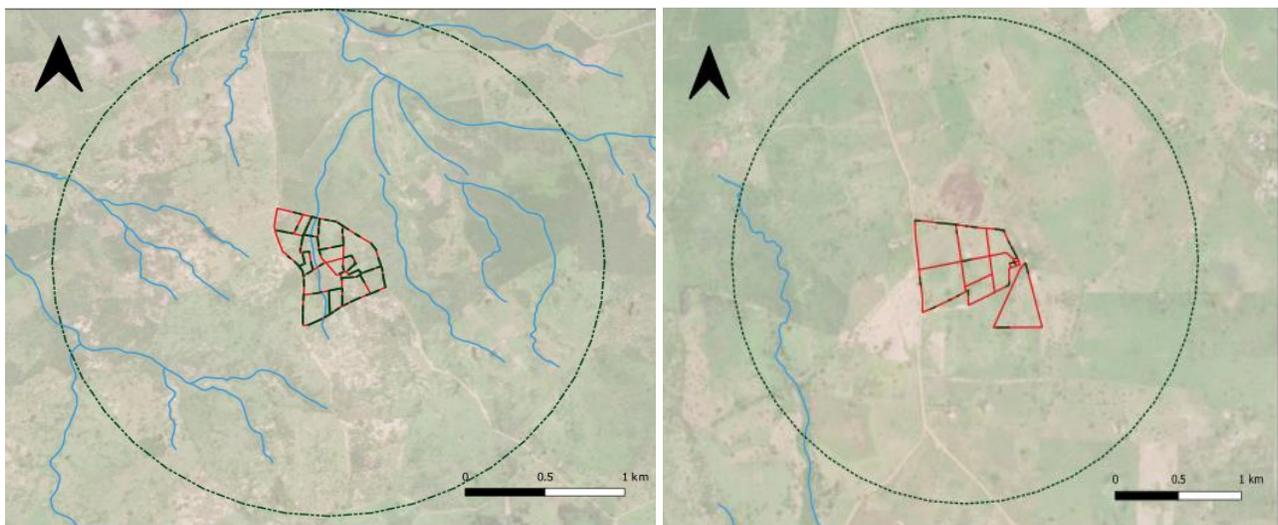


Figura 4.2.2.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con conectores (segmentos verde) moderadamente continuos (Sagrado Corazón) y uno con presencia de conectores muy incipiente (Gaira). Fuente: la autora.

En términos florísticos, solo en los conectores se pudieron encontrar 120 especies, pertenecientes a 33 familias (Anexo 6). Estos resultados son similares a otros estudios florísticos de Bs-T con una fuerte intervención antrópica, realizados bajo unidades de muestreo como cuencas o remanentes en conservación (Mendoza-C, 1999). Por otra parte, son valores comparables con los resultados de Harvey y colaboradores (2011), que encuentran cifras similares en otros paisajes ganaderos de Latinoamérica. Estos autores resaltan que la alta diversidad que se conserva en los predios está

fuertemente relacionada los usos dentro del sistema ganadero como lo puede ser el sombrío, el forraje y frutos, la madera, entre otros.

Tabla 4.2.2.1. Listado de especies arbóreas que típicamente hacen parte de los conectores de las fincas ganaderas en Pivijay. Fuente: la autora.

Usos, funciones e importancia	Nombre científico
Especies del estrato alto de los conectores	<i>Astronium fraxinifolium</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Handroanthus coralibe</i> , <i>H. guayacan</i> , <i>H. impetiginosus</i> , <i>H. ochraceus</i> , <i>Capparidastrium frondosum</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>C. collococa</i> , <i>C. lutea</i> , <i>C. tetrandra</i> , <i>Tetracera volubilis</i> , <i>Hura crepitans</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Machaerium goudoti</i> , <i>M. mutisii</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Platyiscium sp.</i> , <i>Pterocarpus acapulcensis</i> , <i>Samanea saman</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Sterculia apetala</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Genipa americana</i> , <i>Casearia corymbosa</i> , <i>Matayba scrobiculata</i> <i>Bulnesia arborea</i>
Especies del estrato medio de los conectores	<i>Tabernaemontana cymosa</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Bourreria cumanensis</i> , <i>Tournefortia angustiflora</i> , <i>Pereskia guamacho</i> , <i>Crateva tapia</i> , <i>Quadrella odoratissima</i> , <i>Cordia dentata</i> , <i>Alchornea discolor</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Pithecellobium spp.</i> , <i>Senna spp.</i> , <i>Malpighia glabra</i> , <i>Bunchosia odorata</i> , <i>Sorocea sprucei</i> , <i>Coccoloba spp.</i> , <i>Randia spp.</i>
Especies frutales	<i>Mangifera indica</i> , <i>Annona muricata</i> , <i>Bactris guineensis</i> , <i>Tamarindus indica</i> , <i>Melicoccus bijugatus</i> , <i>Melicoccus oliviformis</i> , <i>Manilkara sapota</i> , <i>Pouteria sapota</i>
Especies maderables	<i>H. coralibe</i> , <i>Gmelina arborea</i> , <i>Acacia spp.</i> , <i>Tectona grandis</i>
Especies ornamentales	<i>H. guayacan</i> , <i>Terminalia lucida</i> , <i>Calyptanthus chytraculia</i> , <i>Crateva tapia</i>
Especies medicinales	<i>Croton malambo</i> , <i>Cassia grandis</i> , <i>Azadirachta indica</i>
Especies forrajeras (hojas y frutos)	<i>Attalea butyracea</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Acacia macracantha</i> , <i>Chloroleucon mangense</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>G. sepium</i> ,

	<i>Prosopis juliflora</i> , <i>S. saman</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> ,
Especies asociadas a una función ecológica reconocida por los ganaderos	<i>Albizia niopoides</i> , <i>Ficus spp.</i> , <i>Ruprechtia ramiflora</i>
Especies de áreas en regeneración	<i>Lonchocarpus punctatus</i> , <i>Prosopis juliflora</i> <i>Neea virens</i> , <i>C. uvifera</i> , <i>A. niopoides</i>
Especies con interés de conservación	<i>Pochota fendleri</i>

En los predios ganaderos las especies más apreciadas por sus usos como forraje o frutos para el ganado suelen ser el campano (*Samanea samna*), el carito (*Enterolobium cyclocarpum*), el vainillo (*Chlorolecucon mangense*), el trupillo (*Prosopis juliflora*), el gúacimo (*Guazuma ulmifolia*), la palma de vino (*Attalea butyrceae*), el calabazo (*Crescentia cujete*) y algunas especies epífitas del género *Ficus*. Como árboles que aportan sombra y que por su arquitectura foliar no compiten con el pasto se encuentran el guacamayo (*Albizia niopoides*), el nim (*Azadirachta indica*) el camajorú (*Sterculia apetala*), la majagua (*Pseudobombax septenatum*), el sietecueros (*Machauium goudotii*) y el guayacán (*Handroanthus guayacan*). La mayoría de estas especies se encuentran frecuentemente referenciadas en la literatura de ganadería en el trópico bajo (Calle & Murgueitio, 2020).

Por otra parte, especies importantes como fuente de madera son el coralibe (*H. coralibe*), el roble o polvillo (*Handroanthus spp.*) y el naranjito (*Crateva tapia*), mientras otras especies apreciadas por su valor cultural o estético son el pivijay (*Ficus retusa aff.*) y el guayacán chaparro (*Bulnesia arborea*). Adicionalmente el dueño de la finca Villa de Leyva expresa que algunas especies pueden ser usadas para mantener la fertilidad del suelo como el volador (*Ruprechtia ramiflora*), que produce grandes cantidades de hojarasca, reconociendo su papel en los ciclos de nutrientes y su aporte de materia orgánica (Salgado et al., 2015).

Dentro de la composición florística se encontró una gran representación de pioneras intermedias, término acuñado por Vargas (2015), para referirse a un conjunto de especies leñosas características del Bs-T que dominan en estados tempranos de la sucesión y que tienen alto potencial para la restauración y la recuperación del suelo (Meléndez-Ackerman et al., 2016). La mayoría de estas, son abundantes en los predios debido más a su alta tasa de regeneración que a una selección por parte de los ganaderos. Dentro de estas especies se encuentran el jobo (*Spondias mombin*), el cajón de fraile (*Tabernaemontana cymosa*), la purgación (*Lonchocarpus punctatus*), los uvitos (*Cordia spp.*), los suanas (*Ficus spp.*), el sapo (*Neea virens*) y el quebracho (*Astronium fraxinifolium*).

En contraparte, dentro de los resultados de la composición florística se puede denotar una marcada ausencia de elementos botánicos asociados a estados sucesionales tardíos (Olascuaga-Vargas et al., 2016), como por ejemplo las familias Meliaceae y Lauraceae que no se registraron durante el muestreo. Esto puede ser indicativo de que la vegetación en el área de estudio está dominada por estados sucesionales tempranos e intermedios. La única excepción sería la presencia de *Pochota fendleri* (W. S. Alverson), una especie de gran porte y catalogada en categoría de amenazada (IUCN 2022).

En tanto a la estratificación, los mayores niveles se encontraron en aquellos conectores asociados a cursos hídricos o que coincidían con límites de fragmentos de bosque dentro del agroecosistema. Sin embargo, estos suelen encontrarse en menor frecuencia y los conectores que usualmente dividen los potreros suelen ser menos diversos y contar con solo uno o dos estratos. Por ejemplo,

las cercas vivas sembradas intencionalmente suelen estar compuestas por solo una especie, como el limoncillo (*Swinglea glutinosa*).

Esta baja diversificación tanto en especies como en estratos, probablemente tendrá repercusiones en la calidad y cantidad de SE que pueden ofrecer y en su aporte a la conectividad (CVC, 2016; Lozano-Zambrano, 2009). La gran mayoría de los individuos que componen los conectores corresponden a las formas de vida árbol o arbolito, predominantes en la estructura del Bs-T, que por lo general presenta menores abundancias de especies arbustivas y herbáceas, componentes del sotobosque. En el Bs-T las principales funciones de regulación y productividad están mediadas por las especies arbóreas (Murphy & Lugo, 1986; Prado-Junior et al., 2016), que además son el soporte estructural de otros grupos característicos como las lianas y epífitas (López-Martínez et al., 2013). De esta manera, el análisis de los conectores incluye uno de los componentes ecosistémicos más importantes respecto a la funcionalidad del Bs-T.



Figura 4.2.2.2. Ejemplos de los tipos de conectores usualmente encontrados en los sistemas ganaderos. A la izquierda un conector denso de un solo estrato y una sola especie (*S. glutinosa*). A la derecha un conector multiestratificado. Fuente: la autora.

4.2.3. Usos del Suelo

Los usos del suelo fueron el indicador peor valorado dentro de la EAP de todos los agroecosistemas mayores estudiados. Casi todos los sistemas ganaderos promueven las pasturas sobre otro tipo de coberturas que pudieran favorecer la agrobiodiversidad. Esto puede estar altamente influenciado por una percepción de que tener árboles en alta densidad perjudicará la productividad de los pastos, contrario a lo que han probado los sistemas silvopastoriles intensivos agroecológicos (Calle & Murgueitio, 2020; Murgueitio et al., 2015, 2016). Fueron escasos los agroecosistemas en los que se conservaron de manera intencionada remanentes del bosque y, en términos de área, son poco relevantes respecto a la extensión total del predio.



Figura 4.2.3.1. Ejemplos de un agroecosistema mayor con coberturas favorables para la agrobiodiversidad (Sagrado Corazón) y uno con pasturas en monocultivo (Gaira). Fuente: la autora.

En las dos fincas con mayor valor de EAP, sí se detectaron usos del suelo favorables con la agrobiodiversidad, representados en dos estrategias distintas para el mantenimiento de estas coberturas. En la finca Sagrado Corazón se han respetado los remanentes que aún quedaban cuando la finca fue adquirida y en las zonas de potrero se suele restringir la tala de especies de interés como las descritas en la sección anterior. Por lo tanto, en este agroecosistema mayor es posible observar remanentes boscosos y pasturas arboladas.

En Villa de Leyva la estrategia ha sido enfocada en el manejo de la regeneración natural y la dispersión activa por parte del ganado. En este agroecosistema existe una alta densidad de individuos en los potreros, especialmente de calabazo y campano. Sobre los levantes suelen conservarse las especies de porte alto, que dan sombrío al ganado, pero también otorgan condiciones adecuadas para la germinación y establecimiento de otras especies arbóreas (Dettlefsen & Somarriba, 2015). Ambas estrategias descritas, han sido también identificadas en otros paisajes ganaderos (Harvey et al., 2011).

En cuanto a las pasturas, que suelen ser las coberturas dominantes, los ganaderos normalmente suelen tener una combinación de 4 a 8 especies entre poáceas nativas, introducidas y/o mejoradas. En los doce sistemas se reconocieron por lo menos 18 especies, dos de ellas pertenecientes a la familia Cyperaceae y el resto de la familia Poaceae. Las más comunes de manejo natural son la estrellita (*Rhynchospora barbata*), la alemana (*Echinochloa polystachya*), la guinea criolla (*Panicum maximum*) y el brachypará (*Urochloa erecta*). Las pasturas mejoradas sembradas en potreros o como pastos de corte son la mombaza (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), el kingrass o pasto morado (*Pennisetum purpureum*), la tanzania (*Panicum maximum var. tanzania*) y algunas variedades de *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha*.

Tabla 4.2.3.1. Especies de gramíneas que suelen componer las pasturas de los sistemas ganaderos estudiados en Pivijay. Fuente: la autora.

Familia	Nombre Común	Nombre científico	Origen
POACEAE	Tumba Viejos	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Introducida
	Brachyaria	<i>Brachiaria spp.</i>	Introducida
	Morado	<i>Pennisetum purpureum</i>	Mejorada
	Mombaza	<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides</i>	Mejorada
	Anglito	<i>Dichatium aristatum</i>	Introducida
	Alemana	<i>Echinochloa polystachya</i>	Nativo
	Paje paje	Indet.	Nativo
	Guinea criolla	<i>Panicum maximun</i>	Mejorada
	King grass	<i>Pennisetum purpureum</i>	Mejorada
	Tanzania	<i>Panicum maximun var tanzania</i>	Mejorada
	Bachypara	<i>Urochloa decumbens</i>	Introducida
	Pangola	<i>Digitaria eriantha</i>	Introducida
	Panza de burro	<i>Axonopus compressus</i>	Nativo
	Granadilla	<i>Urochloa fusta</i>	Introducida
	Carimagua	<i>Andropogon gayanus</i>	Introducida
	Kikuyina	<i>Bothriochloa pertusa</i>	Introducida
Africana	Indet.	Introducida	
CYPERACEAE	Estrellita	<i>Rhynchospora barbata</i>	Nativo
	Estrella	<i>Rhynchospora nervosa</i>	Nativo

4.2.4. Prácticas de Manejo Ganadero

Cuando se indagó por las prácticas de manejo, las respuestas entre productores fueron similares para algunos de los indicadores y variaron considerablemente para otros. La figura 4.2.4.1 muestra algunas de las prácticas más relevantes en el manejo del agroecosistema ganadero y la cantidad de productores que las implementan de acuerdo con las 12 entrevistas realizadas.

En cuanto al arreglo del sistema (AS), como se menciona en la descripción de los usos del suelo, solamente en las dos fincas con alto valor de EAP son aquellas donde se presentan además de remanentes de bosque, pasturas arboladas. Estas son en sí mismas un tipo de SSP, que puede seguirse fomentando y enriqueciendo a través de las estrategias ya descritas y la introducción de especies con alto valor de conservación.

Un caso interesante fue el de la Hacienda Manzanares. En 2011 el CIPAV implementó un SSP en la finca que combina 3 especies arbóreas introducidas y de interés forestal: la acacia (*Acacia magium*), la gmelina (*Gmelina arborea*) y la teca (*Tectona grandis*) en líneas junto a una pastura mejorada (Uribe et al., 2011), actualmente remplazada por la tanzania (*P. máximo var. tanzania*). Desde la percepción del propietario, administrador y trabajadores, si bien este SSP ha funcionado

muy bien como barrera rompevientos y ha disminuido la demanda de agua de la gramínea a través de la reducción de la evapotranspiración, no se han visto efectos positivos sobre la producción de leche. Esta observación está basada en percepciones, por lo cual sería interesante un ejercicio de monitoreo al SSP establecido. En todo caso, la no constatación de mejoras en el rendimiento lechero ha provocado que exista poca intención de ampliar los silvopastoriles dentro de la hacienda.

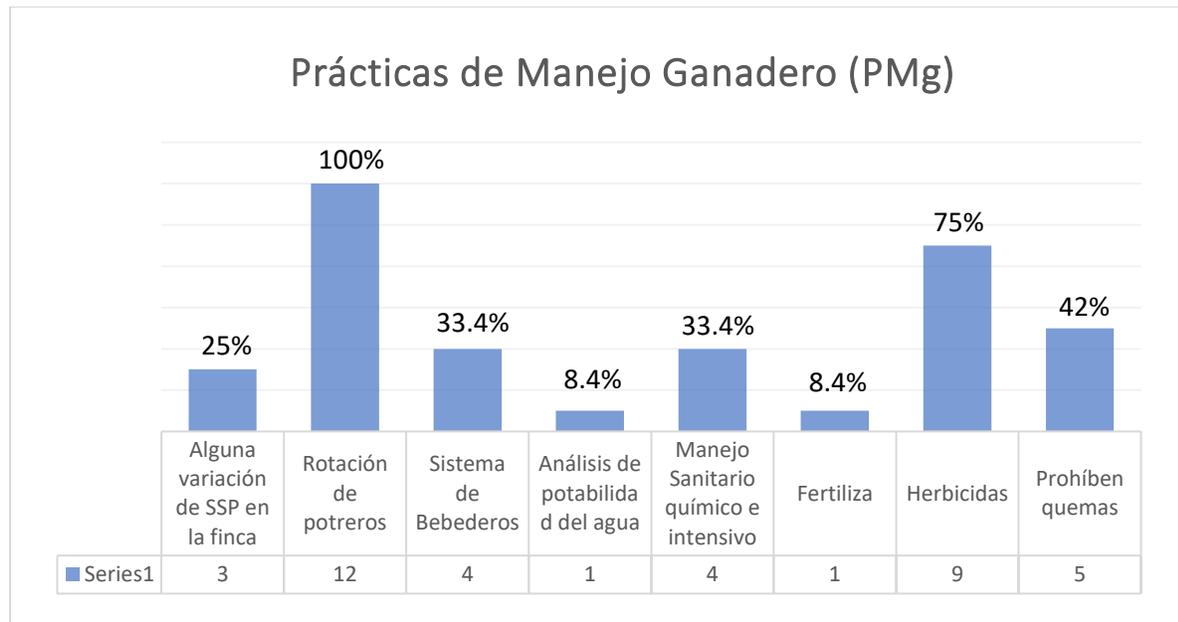


Figura 4.2.4.1. Proporción de productores que implementan en sus fincas las prácticas de manejo más importantes de los agroecosistemas ganaderos estudiados. Fuente: la autora.

En general la preparación del suelo es bastante similar entre los agroecosistemas estudiados. Consta de la intervención con maquinaria pesada (rastrillo), riego y siembra del pasto ya sea a través de cabezas (vegetativo) o por semillas. La mayoría de los productores (84%) no fertilizan el suelo y en caso de hacerlo, solo uno de los productores aplica pequeñas dosis de urea. Este uso bajo de insumos en actividades asociadas a la siembra suele ser común en predios de pequeños a medianos ganaderos (Sánchez-Romero et al., 2021). Por otra parte, todos los productores expresaron que la siembra de pasto debe repetirse cada 3 a 4 años aproximadamente, cuando se percibe que su vigorosidad ha disminuido o cuando el suelo comienza a quedar expuesto.

El mantenimiento de las pasturas establecidas suele requerir la eliminación de las arvenses a través de dos formas: mecanizada o a través de la aplicación de herbicidas. Nueve de los productores (75%) reconocen que, aunque saben que no es lo ideal, la alta dinámica de regeneración de las arvenses puede implicar una pérdida de espacio en pasturas y la forma menos costosa y rápida de eliminarlas es la química. El productor de la finca La Colombiana preferiría eliminar la maleza manualmente, pero reporta que los costos asociados a la mano de obra son muy altos.

La aplicación de herbicidas es más intensa, en aquellos predios donde existe alta regeneración del Bs-T y poca conciencia ambiental. Por ejemplo, en la finca El Tamarindo, su uso es elevado y según lo expresa su trabajador, la fumigación ocupa la mayor parte del tiempo de su jornada laboral. En la

finca El Milagro, el trabajador asocia el uso intensivo de herbicidas con la ausencia de muchas especies de animales, principalmente de reptiles y mamíferos de tamaño medio. Lo anterior permite plantear si el manejo más adecuado de las coberturas en regeneración dentro del agroecosistema, puede traer beneficios tanto ecológicos al manejar la sucesión (Morán-Ordóñez et al., 2022), como en la reducción de uno de los insumos más costosos para los productores (Sánchez-Romero et al., 2021).

Un aspecto positivo dentro de las PMg es que la quema ha dejado de practicarse en por lo menos en 42% de los predios ganaderos. Estos propietarios expresan que prohíben a sus trabajadores realizar quemas, conscientes del alto riesgo de la propagación del fuego. Esto es muy importante, ya que la exclusión de los incendios de un ecosistema vulnerable como lo es el Bs-T, es un factor clave para permitir su regeneración (Ceccon et al., 2006; Duncan & Chapman, 2003).

La rotación de potreros (RP) es uno de los indicadores mejor valorados para todos los agroecosistemas. El 100% de los productores comprende que el sobrepastoreo se relaciona con una muy baja productividad, debido a que el pisoteo degrada el suelo. El periodo de rotación oscila entre medio día (La Mireya, El Milagro), hasta máximo 10 días (Manzanares, El Tamarindo) y aquellos que rotan más frecuentemente poseen mayores grados de división dentro de sus predios. En La Mireya, la formación técnica del productor (administrador de empresas) lo ha llevado aplicar la división de las áreas de pastoreo de 20 m x 50 m, donde 30 animales pasan las horas de menos sol y en las horas de mayor temperatura reposan en un corral ventilado o un área bien sombreada por árboles frutales.

En cuanto al manejo del agua, este se presentó como un factor crítico en el 100% de los agroecosistemas estudiados. Usualmente el ganado accede libremente a los jagüeyes y cuerpos de agua naturales, lo que genera efectos de eutrofización y sedimentación sobre estos (Murgueitio & Ibrahim, 2004a). Un sistema de bebederos es dispuesto en solo el 33.4% de los agroecosistemas y únicamente durante la época de sequía. Los análisis de la potabilidad del agua son solo hechos por un ganadero (8.4%), ya que dispone de los recursos para realizarlos. El resto de ellos asumen que el grado de inocuidad es el adecuado. En cuanto a la disponibilidad, aparte de la adecuación de jagüeyes o playones, el 100% de los predios también cuentan con un pozo profundo.

El manejo veterinario se realiza de manera muy distinta entre los agroecosistemas. En El Tamarindo (propietario veterinario), por ejemplo, se hace cada 6 meses o en periodos irregulares, lo que denota poca organización, observación hecha en el 50% de los predios. Por el contrario, en Manzanares (administrador y negociante) la desparasitación se realiza de manera frecuente y en altas dosis con ivermectinas. En casos contrastantes, los propietarios de La Colombiana (profesor), Sagrado Corazón (profesor) y Villa de Leyva (exintendente de la policía) han aprendido sobre el papel de los escarabajos en la descomposición del estiércol y su función de bioturbación del suelo (Giraldo et al., 2011), por lo que han reducido o excluido completamente el uso de las mismas.

Otros aspectos sanitarios suelen estar relacionados con las enfermedades típicas del ganado que se tratan a través de esquemas de vacunación, organizados y cofinanciados por las asociaciones y el comité ganadero de Pivijay. Algunos reportes de los trabajadores expresan que las enfermedades más comunes suelen ser la mastitis, la diarrea o el ataque de moscas y garrapatas, aunque son de menor incidencia y por lo tanto no tienen mayor preocupación veterinaria.

En conclusión, el manejo de los sistemas ganaderos en Pivijay suele contar con algunos aspectos positivos como una buena rotación de potreros, la exclusión de prácticas de quema y en algunos casos la complejización del arreglo del sistema en las pasturas que lo acerca hacia las prácticas silvopastoriles. Por otro lado, la alta demanda de agroquímicos, el manejo inadecuado del agua y el suelo y el uso de áreas forrajeras con poca biodiversidad son aspectos que aún deben trabajarse fuertemente para mejorar la estructura agroecológica.

La restauración del Bs-T en una zona ganadera definitivamente estará muy relacionada con el mejoramiento de las prácticas de manejo. A través de la implementación de SSP es posible recuperar propiedades como la textura, retención hídrica y contenido de materia orgánica del suelo (Lemaire et al., 2014). La recuperación de estas propiedades a través de la inclusión de árboles en los sistemas tiene efectos positivos en la productividad gracias al mejoramiento de la fertilidad (Roncallo et al., 2002), pero a su vez influye positivamente sobre el ensamblaje de comunidades biológicas del Bs-T más complejas y permite su recuperación (Jha & Singh, 1990; López-Martínez et al., 2013).

La contemplación de las prácticas ganaderas permite comprender que no solo se trata de contar con una infraestructura ecológica dentro de las fincas (conectores, remanentes), si no que las PMg que vienen orientadas principalmente por las variables culturales, pueden determinar el verdadero valor de conservación de estas estructuras (Chará-Serna & Chará, 2020).

4.2.5 Prácticas de Conservación

Respecto a las prácticas de conservación, las que se dirigen a la biodiversidad (BD) son mucho más frecuentes, ya que por lo menos el 66.7% de los productores aplica una de ellas. Por el contrario, solo dos productores (16.7%) tienen alguna estrategia dirigida a la conservación del suelo, mientras ningún productor aplica estrategias para conservar el agua. La figura 4.2.5.1 muestra la proporción de productores que realizan alguna de las PCR frecuentemente encontradas en los agroecosistemas.

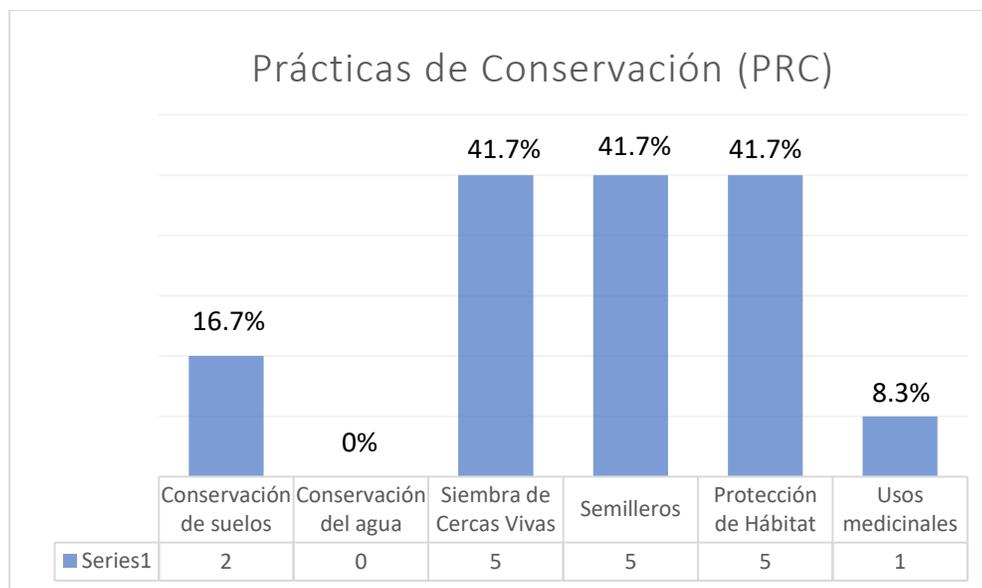


Figura 4.2.5.1. Proporción de productores que implementan en sus fincas las prácticas de conservación. Fuente: la autora

Las prácticas más observadas en campo fueron la instalación de pequeños viveros o semilleros, la siembra de especies para cercas vivas, la tala y roza con exclusión de las especies arbóreas de

importancia y otras ya mencionadas como el manejo de la regeneración natural y la conservación de pequeños remanentes al interior de la finca. Una práctica interesante fue el uso de algunas especies para el tratamiento de condiciones veterinarias. En la finca Albania, el productor utiliza algunos árboles como el nim, el calabazo y la cañandonga (*Cassia grandis*), para tratar heridas y repeler parásitos. Desafortunadamente no son prácticas muy extendidas (solo la reportó el productor de la finca Albania) y el 50% de los productores expresaron su escepticismo frente a este tipo de medicina alternativa.

Además de estar relacionada a la BD, la implementación de cercas vivas también se relacionó con la conservación del suelo. El 66.7% de los productores reconocen que la erosión por viento es uno de los principales factores de degradación del suelo y del aumento de la evapotranspiración. Por ello, ven como positivo la implementación de barreras rompevientos y el 41.7% de ellos ya siembra cercas vivas con especies nativas

Es interesante resaltar que la siembra de cercas vivas y la PMg de rotación de potreros, se encuentran más orientadas a un problema de productividad del pasto y no a una comprensión compleja de cuál es el papel del suelo en el mantenimiento de diversas funciones, incluyendo su productividad. Por ello solo en los dos agroecosistemas mejor valorados (16.7%), hay una mayor comprensión sobre estas funciones y se realizan acciones para conservarlas. En Sagrado Corazón, por ejemplo, se permite la descomposición de los residuos de la roza sobre el suelo expuesto para aportar a este materia orgánica. Sin embargo la prevención de la erosión y el soporte de la productividad si pueden ser dos SE que motiven a los productores a conservar de manera integral el suelo junto con todas sus funciones (Powlen & Jones, 2019).

De manera sorpresiva, se encontró que en ninguna finca se aplica una práctica de conservación asociada a los cuerpos de agua. En un ecosistema estacional como el Bs-T y en una zona con fuertes sequías como lo es la llanura del Caribe, se esperaría encontrar una mayor preocupación por la conservación del agua. Sin embargo, más allá de la construcción de reservorios, los productores ganaderos no realizan cosechas de agua, ni siembran los bordes de los reservorios o tampoco tienen prácticas para evitar su eutrofización. Quizás esto se deba a que en las épocas de lluvia existen fenómenos de anegación e inundación en algunas zonas y por lo tanto los productores no sientan que existe un riesgo de desabastecimiento si logran llenar sus reservorios dentro de esta época del año. Esto por supuesto no está respaldado por los índices de riesgo de desabastecimiento hídrico caracterizados por CORPOMAG (2018), ni tampoco por posibles efectos a futuro asociado al cambio climático (Córdoba Vargas et al., 2020; IPCC, 2021).

Las prácticas de conservación observadas que resultan importantes en el diseño de estrategias de conectividad fueron la complejización del arreglo de las áreas de pastoreo y la conservación de remanentes en los linderos de los agroecosistemas. Los arreglos más complejos son pasos de avance hacia la transición silvopastoril, que ha demostrado crear matrices muchos menos resistentes y que son más favorables a la BD (Calle et al., 2012; Chará-Serna & Chará, 2020). Por su parte, cuando se observaron remanentes en linderos compartidos con otros propietarios, nunca se observó conflicto. Esto resulta de importancia cuando se requiere escalar las estrategias hacia el paisaje y la conservación depende de consensos entre varios actores, en este caso entre varios propietarios de la tierra (Blandi et al., 2016).

4.2.6. Percepción, Conciencia y Conocimiento sobre la Biodiversidad

La puesta en marcha de prácticas de conservación en más del 60% de los agroecosistemas estudiados, está estrechamente relacionada con la importancia que se le da a la BD dentro del

sistema productivo (agrobiodiversidad) y en algunas ocasiones al sencillo gusto y aprecio por otras formas de vida. En la primera, algunos productores tienen claro cuál es el papel de la agrobiodiversidad dentro de los procesos ecológicos que mantienen la productividad. En el segundo caso, los productores expresan que deciden sembrar o no talar los árboles, porque para ellos es importante dejar espacio y refugio para la fauna, principalmente especies de aves y reptiles como la iguana. En estas prácticas la motivación tiene que ver más con un valor estético y de respeto por la vida.

Otro factor importante que promueve las prácticas de conservación descritas es el acceso al conocimiento, factor que también fue importante para la mayoría de los propietarios (83.3%) que, a diferencia de sus trabajadores, normalmente cuentan con algún grado de estudio. Por lo menos el 41.7% de ellos han accedido a cursos y capacitaciones sobre temas de ganadería y en algunas de estas capacitaciones han tenido contacto con temáticas ambientales y específicamente sobre silvopastoriles. El interés por aprender y su curiosidad los han llevado a poner en práctica algunos de los conocimientos adquiridos, como, por ejemplo, la preparación de silo a base de calabazo y la división de los potreros para rotaciones continuas.

Dentro de la categoría de percepción, las duras condiciones que enfrentan los ganaderos durante la época seca también pueden estar impulsando la adopción de modos de producción distintas, reflejados en valores de PRC más altos en el 50% de las doce fincas estudiadas. Los trabajadores de cinco fincas reportaron durante las entrevistas que la jornada laboral durante esta época es más exigente, ya que se deben traer forrajes de fuentes externas, se debe estar muy atento a la disponibilidad del agua para el ganado e incluso en algunos agroecosistemas es necesario mover el hato hacia otros predios. Este aumento del trabajo suele llevar a propietarios y trabajadores a buscar estrategias para ser resilientes durante las épocas de sequía (Sánchez-Romero et al., 2021) y en algunos casos estas estrategias han terminado siendo de base agroecológica.

Por último, una variable que destaca durante el análisis cualitativo tiene que ver con la profesión, el gusto y la cercanía por las actividades de la finca. Dentro de los propietarios entrevistados hay dos profesores, un intendente y un veterinario, que de alguna forma han desarrollado a través de su labor un gusto por el trabajo en comunidad y por la protección ambiental. Si bien todos ellos reconocen que la ganadería cada vez es menos productiva y enfrenta múltiples retos, su gusto por el campo, por las personas con las que trabajan y por otras especies, les motiva a seguir mejorando sus fincas. Tres de ellos creen que el mejoramiento de sus fincas implica un mejoramiento no solo personal, sino para la comunidad que los rodea. Estos mismos actores también creen que los bienes naturales son un regalo para las próximas generaciones, observación realizada en otros trabajos (Häggqvist et al., 2014; Vainio et al., 2018).

4.2.7. Capacidad de Acción

El criterio de capacidad de acción es fundamental, si parte del propósito de este trabajo es tener una guía para la transformación. Sin embargo, también fue el criterio más complejo de analizar, debido a que los productores identifican múltiples factores que afectan su capacidad de transformar los agroecosistemas mayores. Estos factores son de múltiples dimensiones y escalas, que en esta sección se referirán a las que se encuentran contempladas dentro de la EAP. La figura 4.2.7.1 muestra las variables relacionadas a la CA más frecuentemente identificadas.

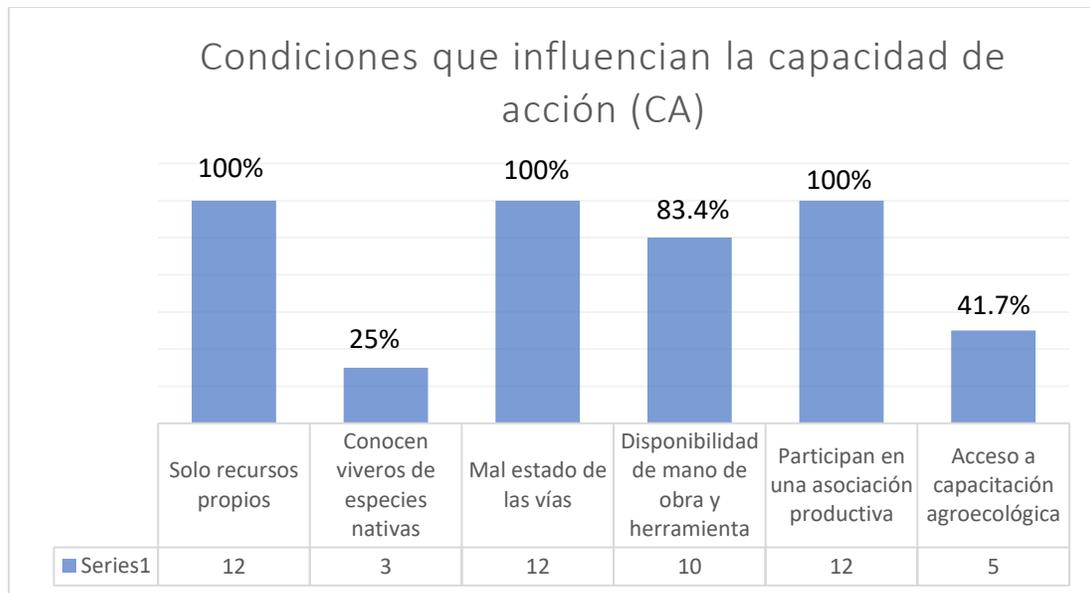


Figura 4.2.7.1. Proporción de productores que responden positivamente a las variables que incrementan o limitan su capacidad de acción. Fuente: la autora

Al momento de ejecución de este trabajo, en la zona de estudio no existen programas o mecanismos financieros para la protección de la agrobiodiversidad. Aunque había interés en los SSP, prácticamente todos los productores cuenta solo con recursos propios, lo cual es relevante ya que se ha reconocido a las limitantes financieras como uno de los principales obstáculos en la implementación de SSP, sobre todo cuando son de tipo intensivo (Calle et al., 2013; Murgueitio et al., 2014). También es importante resaltar que la condición socioeconómica de cada productor es distinta y por lo tanto la disponibilidad de recursos para establecer la infraestructura ecológica, también lo es.

En el ámbito logístico, el 83.4% de los productores contemplan como positivo una alta disponibilidad de herramienta y mano de obra, aunque advierten que la migración de los jóvenes hacia los centros urbanos hace a esta última cada vez más escasa. Solo tres de los productores (25%) conoce y hace compra de especies nativas en viveros locales. Aunque el porcentaje es bajo, se complementa con el 41.7% de ellos que hacen propagación de estas en sus predios o casas. La oferta de material vegetal es muy importante tanto para el incremento del desarrollo de la EAP, así como la restauración del Bs-T (Z. Calle & Murgueitio, 2020; Lozano-Zambrano, 2009).

En un ámbito no tan positivo, todos los productores reconocen que el deficiente estado de las vías claramente limita las actividades de transporte y comercialización y genera impactos negativos sobre todo el sistema productivo. Esta misma observación ha sido reconocida desde las instituciones públicas involucradas con los temas rurales en el departamento (ADR et al., 2019).

En el criterio de gestión, algo positivo reportado en las entrevistas es la alta capacidad asociativa de los productores ganaderos. Todos pertenecen a alguna asociación de pequeños y medianos ganaderos. Dos de ellos incluso son orgullosamente fundadores de algunas de estas asociaciones. Sin embargo, el propietario de la finca Villa Chana critica el hecho de que estar asociados no representa una mejor organización de los productores, ni el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de todos los miembros. Las asociaciones han sido más un mecanismo para

estabilizar el precio de la leche, cuando tienen mucho mayor potencial para incrementar las capacidades de gestión y la toma de acción conjunta frente a los retos del sector (Rodríguez-García & Hesee-Rodríguez, 2000)

El último criterio de acceso a asistencia técnica agroecológica, junto a la capacidad financiera, fue uno de los peor calificados, resultando en una valoración de tan solo 3.96 sobre 10 para la CA en conjunto. Los productores en general (100%) tienen múltiples quejas sobre el acceso a la asistencia técnica y el pobre ejercicio de extensión rural que se realiza desde la alcaldía. La mitad de ellos manifiesta que recibe donaciones de insumos desde el comité ganadero, pero piensa que habría un mayor valor en procesos de acompañamiento y capacitación que les permita ampliar su conocimiento y poner en práctica estrategias para mejorar las condiciones de la finca.

Recientemente, el comercializador principal de la leche, Colechera, se ha asociado con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), para implementar el proyecto “El reverdecer de la esperanza”, el cual tiene como objetivo sembrar doce millones de árboles en predios ganaderos, optando por una transición sostenible de los sistemas ganaderos y evidenciando el valor que tiene este sector productivo en la adaptación al cambio climático (Lemaire et al., 2014; Lerner et al., 2017). Probablemente este proyecto sea una buena oportunidad para aplicar algunos de los resultados de esta investigación, que definitivamente requerirá de un mejoramiento de la capacidad de acción de los ganaderos locales para mejorar la estructura agroecológica principal de sus agroecosistemas mayores.

4.3. DISEÑO DE LA EAP POTENCIAL DEL AGROECOSISTEMA GANADERO A TRAVÉS DE PRÁCTICAS SILVOPASTORILES.

El análisis del desarrollo de la EAP de los sistemas ganaderos estudiados permite entrever la complejidad de los factores que determinan actualmente el manejo de su agrobiodiversidad. Una vez observada esta complejidad, es posible realizar propuestas de cómo deberían transformarse los sistemas productivos para lograr estados más armónicos con la naturaleza y con el contexto social del área de estudio. Como la base de análisis fue la EAP, la transformación irá de la mano del incremento en los valores de sus componentes, lo que en este trabajo recibe el nombre de la EAP potencial.

El diseño fue realizado a través de una discusión con los productores y basado en la EAP de cada predio y su contexto paisajístico. Se usaron los diversos SSP reportados en la literatura como un referente de sistemas ganaderos, por sus impactos positivos y ampliamente difundidos en la conservación de los ecosistemas y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades (Giraldo et al., 2011; Murgueitio et al., 2014; Rivera et al., 2013). Los SSP también promueven la complejización de las interacciones que se establecen entre los distintos niveles de organización de la agrobiodiversidad (Lemaire et al., 2014), lo que podría nuevamente evaluarse a través de un análisis de la EAP posterior a las acciones propuesta.

En el taller participaron cinco de los doce propietarios de agroecosistemas evaluados. Se considera un éxito que casi la mitad de ellos estuvieran interesados en participar en la construcción de diseños para la transformación de su actividad productiva. Si bien los diseños fueron realizados de manera individual, la discusión fue un ejercicio grupal que reveló algunas consideraciones generales en los que la mayoría de los participantes estuvieron de acuerdo.

En la parte inicial del taller, se clarificaron algunos conceptos de los SSP y se realizaron recomendaciones basadas en los resultados encontrados. Se reconoció el que varios productores

autónomamente implementan en sus fincas prácticas ganaderas alineadas con el enfoque agroforestal o agroecológico de los SSP. Esto resulta importante ya que el reconocimiento de estas prácticas y la promoción de innovaciones ecológicas desde un mejorado ejercicio de extensión rural, pueden ser la base de la transformación (Alexandre et al., 2021).

Una observación importante realizada por la autora estuvo relacionada con la gestión del recurso hídrico. Los resultados de la EAP hacen evidente la baja valoración que había recibido el criterio de manejo del agua en prácticamente todos los predios ganaderos. Por tal razón, como recomendación, se propuso establecer como prioridad aquellas acciones que tengan como objetivo la protección de los cuerpos de agua, sean estos artificiales o naturales. Casi en consenso total los productores reconocen el tema del agua como clave en la transformación de sus fincas, sobre todo por las implicaciones que tiene en términos de la incertidumbre climática que, en su mayoría, los productores han reconocido que se vuelve mayor con el paso de los años.

Posterior a una primera discusión de los resultados, la mayor parte del taller estuvo enfocada en el diseño de las fincas. En esta sección se presentan dos modelos de agroecosistema mayor, para Villa de Leyva y El Milagro, fincas con desarrollo de la EAP intermedio y bajo respectivamente. Estos dos agroecosistemas fueron escogidos por ser ejemplos contrastantes y por el verdadero interés que mostraron sus propietarios durante todas las fases de este trabajo.

Villa de Leyva está ubicada en una zona de aptitud media para la actividad ganadera (UPRA, 2017), probablemente debido a su ubicación sobre suelos anegadizos y mayormente compuestos de arcillas, muy plásticos y que se cuarteán una vez las aguas se retiran, debido a sus propiedades mineralógicas con contenidos altos de arcillas 2:1. Dadas estas características, las prácticas silvopastoriles tuvieron el reto de adecuarse a los ciclos de inundación que se presentan en este tipo de zonas, donde la selección de especies para los distintos arreglos será clave en el éxito de su establecimiento.

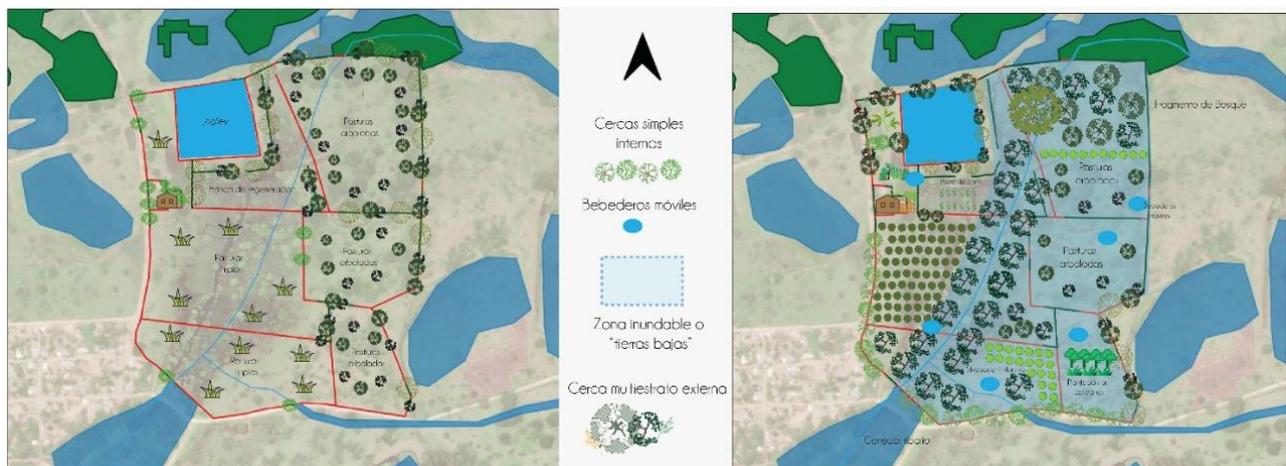


Figura 4.3.1. La EAP actual (izquierda) y la EAP potencial de Villa de Leyva.

Una de estas especies es el totumo (*C. cujete*) que compone las pasturas arboladas y el banco de regeneración existente en la finca, dos prácticas que se planea ampliar para reemplazar los espacios con pasturas limpias. El productor de esta finca ha sabido manejar los bancos de plántulas de esta especie y el uso de sus frutos como forraje complementario y, en sus palabras, "...mantiene este tipo de coberturas porque los resultados son favorables...". Este tipo de pastura arbolada es

un tipo de SSP que también podría aplicarse a agroecosistemas en condiciones similares como Albania y Gualanday.

Otras prácticas de SSP propuestas, son el establecimiento de bancos y setos forrajeros en las áreas no inundables de los agroecosistemas mayores. En estas sería posible realizar experimentos con especies como *T. diversifolia* y *L. leucocephala*, para incrementar el contenido nutritivo del forraje que se le ofrece al ganado (Uribe et al., 2011). En general estos SSP resultan bastante llamativos para los productores y pueden ser una primera estrategia de implementación para demostrar resultados en el corto plazo. La inclusión de leguminosas en estos pueden ser además beneficiosos, cuando existen limitaciones por nutrientes en el suelo (Lerner et al., 2017). Estos por supuesto, requerirán del apoyo técnico especializado y el estudio cuidadoso de las especies (Roncallo-Fandiño et al., 2009).

En prácticas de conservación existen dos estrategias para el incremento del área de remanentes de Bs-T dentro del agroecosistema mayor. La primera es la ampliación de la cerca estratificada de la esquina noreste. Esta fácilmente puede ser convertida en un fragmento para la preservación de distintas especies que presentaron menores abundancias en los predios, como lo son *Coccoloba acuminata*, *Bunchosia odorata* o *Ouratea guildingii*. La segunda y asociada a la discusión sobre la protección del agua, es la restauración de la ronda hídrica del curso que atraviesa el predio. Esta acción tendría efectos positivos tanto a nivel de las prácticas de manejo, como la creación de un conector interno estratificado, que conecta remanentes dentro y fuera de la finca.

Otras estrategias de protección hídrica, en predios como Villa Chana donde no hay cursos naturales, pero si jagüeyes, es el cercamiento con especies para impedir el acceso directo del ganado. Estos cumplen un papel muy importante en el mantenimiento de la biodiversidad en paisajes altamente transformados, como lo es claramente el paisaje ganadero en Pivijay. Una observación particular de campo fue la cantidad de fauna, especialmente aves, que usan estos cuerpos de agua como refugios y sitios de reproducción. Así, su protección no solo tendrá efectos positivos en términos de sostenibilidad y resiliencia del sistema ganadero, sino también de la conservación ecológica a escala de paisaje.

El Milagro es un agroecosistema mayor que, en contraposición a Villa de Leyva, se encuentra muy cerca de la cabecera urbana, está casi en su totalidad ubicado sobre suelos mejor drenados y arenosos y tiene una muy baja CEEP. Esto último es la razón por la cual la potencialidad para la restauración ecológica y productiva suele ser menor y serán necesarias acciones para el restablecimiento de coberturas vegetales con mejores niveles de biodiversidad. Dentro de estas acciones se contemplan los semilleros y establecimiento de cercas vivas, las cuales el productor ya ha comenzado a realizar, esperando mejorar los conectores dentro de su finca.

Las cercas son otra de las prácticas SSP más llamativas para los ganaderos. Adicional a su aporte en el incremento de la extensión de los conectores, también permite disminuir la demanda de especies maderables (Calle & Murgueitio, 2020), reduciendo la presión sobre los fragmentos de Bs-T que ya tienen una alta presión de uso. En el caso especial de El Milagro que se encuentra en una zona donde hay una baja presencia de EEPP, las cercas vivas también tienen el propósito de actuar como barreras rompevientos y prevenir la erosión eólica que se presenta especialmente en zonas muy abiertas (Sampaio & Scariot, 2011).

Otra práctica que, aunque muy incipiente debería ser promovida, son los cultivos o forrajes mixtos con maíz y yuca, que ya se siembran dentro de los predios, pero que con la inclusión de otras

especies como la caña de azúcar pueden incrementar la agrobiodiversidad del sistema (Alexandre et al., 2021). Este tipo de SSP, permitiría complementar la alimentación animal y humana y dar un descanso a las zonas de pastoreo al ser tenidas en cuenta dentro del esquema de rotación. Es una oportunidad igualmente para incrementar las interacciones entre estos dos agroecosistemas menores (cultivos y forrajes), que históricamente se han ido especializando y separando, pero que tiene el potencial de generar múltiples beneficios cuando interactúan, sobre todo en términos del flujo del carbono y el nitrógeno (Lemaire et al., 2014).



Figura 4.3.2. La EAP actual (izquierda) y la EAP potencial de El Milagro.

En El Milagro la rotación y manejo de aforos se encuentra bastante bien organizada y es evidente a través del alto nivel de subdivisión que se observa. El productor pretende potenciar esta práctica a través de la promoción de bancos y setos forrajeros en cada división, que ofrezca una dieta más nutritiva, variada y constante a su ganado (Lemaire et al., 2014), ya que nota que, aunque hay un menor decaimiento de la vigorosidad del pasto gracias a una alta rotación, las ganancias de peso de su hato no se han mostrado significativas. Una mejor rotación además tendrá efectos sobre la salud de los animales, al encontrarse menor tiempo expuestos a parásitos en pasturas con acumulación de heces (Alexandre et al., 2021)

Como una práctica de conservación para este predio, se le propuso a su propietario, liberar la zona norte de la finca, proteger el jagüey con cercamiento vivo y dar paso a la restauración de un pequeño remanente a través de la regeneración y el enriquecimiento con especies que han desaparecido de esta área como, *Lecythis mesophylla*, *Brosimum alicastrum*, *Pithecellobium spp.*, *Cordia spp.*, entre otras.

La selección de las especies que harán parte de cada arreglo y zona del agroecosistema debe tener en cuenta los factores tensionantes que pueden limitar su establecimiento. La primera puede ser evaluada desde los rasgos ecológicos de las especies. Por ejemplo, en las pasturas arboladas habría que establecer especies arbóreas tolerantes a la presencia del pasto, cuya copa no sea densa y permita el paso de la luz (González-Espinosa et al., 2007). Como recomendación se podrían incluir a *E. cyclocarpus* y las dos especies del género *Albizia* que cumplen con estas condiciones (Calle & Murgueitio, 2020), cuya producción de frutos consumidos por el ganado, genera una oferta más nutritiva y variada dentro de las pasturas (Alexandre et al., 2021).

En contraparte, las especies que se emplean para la restauración de zonas liberadas deberán ser competidoras fuertes de las gramíneas, resistentes a las condiciones de evapotranspiración y temperatura en las zonas abiertas, que suelen pertenecer a estados pioneros a intermedios de la sucesión (González-Espinosa et al., 2007; Vargas, 2015). Estas características permitirán los ambientes microclimáticas necesarios para especies más tardías (CVC, 2016), como por ejemplo *Calyptanthes chytraculia*, *Ouratea guildingii*, *Vitex divaricata*, *Ceiba pentandra* y *Sterculia apetala*.

La aceptabilidad social de las especies es un segundo factor de gran influencia en su selección. El análisis de las percepciones sobre la biodiversidad en este trabajo permitió establecer cuáles son los valores de uso principales que los ganaderos otorgan a las especies encontradas (ver tabla 4.1.2.1). Esta es una información valiosa para incluir la biodiversidad dentro de los arreglos y disminuir la resistencia a su implementación (Borda-Niño et al., 2017; Powlen & Jones, 2019).

Las especies incluidas dentro de los diseños participativos fueron casi en su totalidad aquellas relacionadas a un valor de uso. Por tal motivo es fundamental consensuar con los ganaderos la inclusión de otras especies que usualmente no son contempladas por un valor directo dentro del sistema productivo. Así, a través de recomendaciones se propuso incluir especies con criterios funcionales (hábitat, interacciones, dispersión) como *R. ramiflora*, *Coccoloba uvifera*, *Spondias mombin*, *Malpighia glabra* entre otras. De esta manera, dentro de los modelos planteados se promueve la mayor riqueza de especies, mayor complejidad en el diseño (Francesconi & Montagnini, 2015) y una inclusión de la BD desde etapas muy tempranas, para no esperar que esta sea un resultado implícito de la restauración (CBD & SER, 2019; González-Espinosa et al., 2007).

De manera sorpresiva los árboles frutales y maderables no fueron tan frecuentes en los diseños propuestos por los ganaderos. Esto puede deberse a que los primeros son vistos más como ornamentales y no son asociados a los arreglos de SSP y los segundos a que si bien en Pivijay los grandes ganaderos invierten en plantaciones maderables con especies como *G. melina*, los pequeños productores se encuentran poco interesados por este modelo. Esta observación debería ser tenida en cuenta si dentro de las estrategias a escala de paisaje, se identifican los distintos grupos de productores de acuerdo con el tamaño de su propiedad.

La implementación de todas las prácticas SSP propuestas deben ir acompañadas de un cambio profundo de las PMg, sobre todo aquellas que según este trabajo resultan ser las más impactantes sobre la agrobiodiversidad. Entre estas deben tenerse en cuenta el uso excesivo de insumos químicos, la disposición de una red de bebederos a lo largo del predio y un constante análisis del agua y en lo posible del suelo. También deben entrar consideraciones sobre la conservación de las variedades y cruces locales, cuyas características genéticas y de salud les permiten enfrentar las condiciones climáticas en la zona (Alexandre et al., 2021), y conservar in situ las prácticas tradicionales de los productores (Clavijo & Pérez, 2015)

4.3.1 Oportunidades y limitantes en la implementación de la EAP potencial

Las oportunidades y limitantes a la implementación de la EAP potencial diseñada en el taller fueron analizadas primero a través de los resultados de la EAP, específicamente con el indicador de capacidad de acción y en segunda medida a través de una discusión con los productores. De este ejercicio resulta la Figura 4.3.1.1, que detalla la respuesta de los ganaderos cuando se les preguntó por las oportunidades, limitantes y requerimientos en la implementación de los modelos de finca que habían acabado de diseñar.

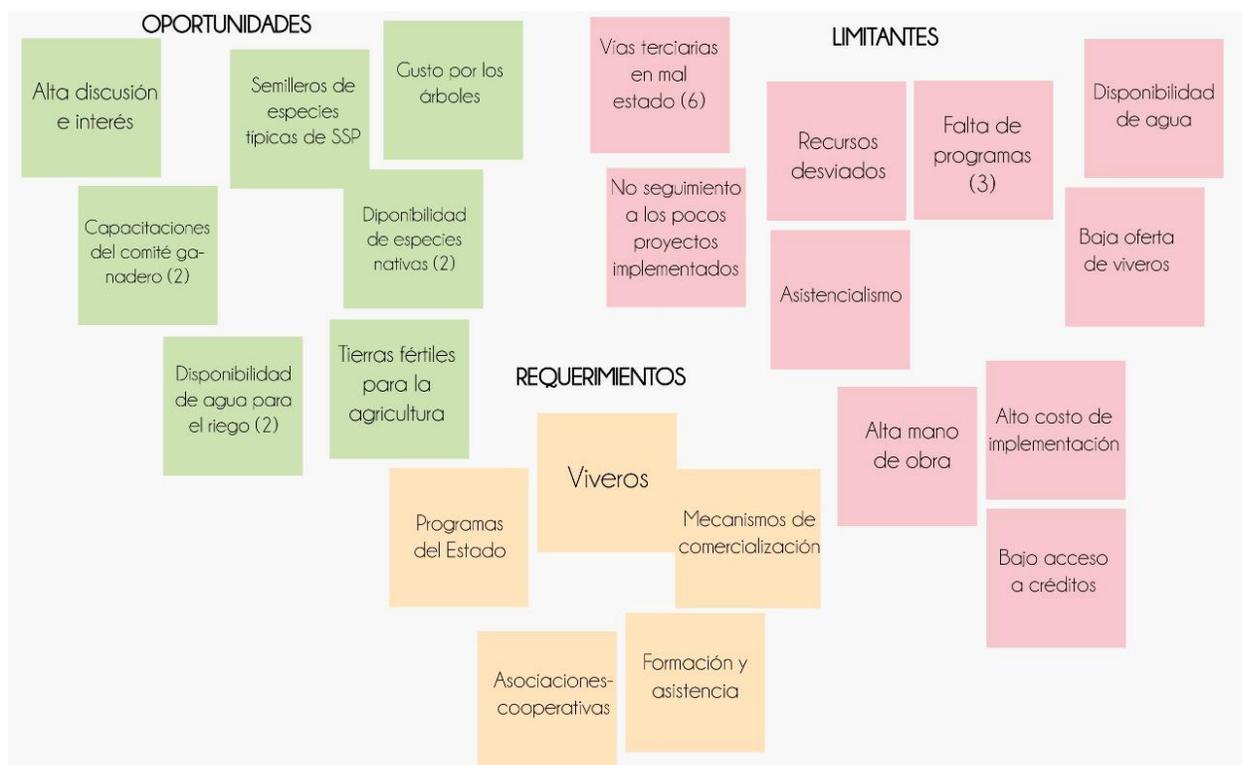


Figura 4.3.1.1. Diagramación de las oportunidades, limitantes y requerimientos al establecimiento de modelos SSP desde la perspectiva de los productores ganaderos.
Fuente: la autora y los participantes del taller.

4.3.1.1 Oportunidades

Comenzando por el ámbito positivo, en la discusión y durante las entrevistas se pudo comprobar que el 100% de los productores tienen un gusto genuino por su actividad productiva que, aunque enfrenta múltiples retos, hace parte de su identidad, por lo que no se perciben así mismos dedicándose a otra cosa. Esto se relaciona con una histórica tradición ganadera en la llanura del Caribe (Calle & Murgueitio, 2020), cuyos habitantes ven con entusiasmo propuestas para que su actividad ganadera no pierda viabilidad y tenga un mejor impacto dentro de su entorno social y ecológico. Este gusto por la actividad se traduce también en un interés genuino de aplicar prácticas que incrementen la sustentabilidad del agroecosistema (Sánchez-Romero et al., 2021).

Adicionalmente a ello, los pobladores de Pivijay cuentan con características socioculturales muy marcadas que pueden ser determinantes en el éxito de proyectos ambientales. Además de su familiaridad y calidez, se puede denotar la alta resiliencia de las comunidades en el municipio, que resulta de una combinación de vivir en medio de un ecosistema altamente estacional y a su vez por un contexto social complejo que tiene una herencia de conflicto en torno a la tierra desde la colonización hasta tiempos más recientes (Hernández-Polo, 2019).

Si bien, dado el bagaje histórico de la región podría cuestionarse si la distribución de la tierra es desigual o no, la claridad que existe en los derechos de propiedad se vuelve un factor positivo para la restauración del paisaje. Investigadores en el tema reconocen que, partir de un territorio donde hay claridad sobre los derechos, disminuye las probabilidades de conflicto por implementación de

actividades en el largo plazo y determinación de quiénes son responsables del mantenimiento del proyecto, a la vez que beneficiarios de los SE que se deriven de este (IUCN & WRI, 2014).

Dentro del aspecto más técnico de los SSP, muchos productores son conscientes de que la implementación de arreglos más complejos que implican los SSP, incrementaría la intensidad de la labor ganadera y la demanda de mano de obra. Para contrarrestar esta situación, las acciones deberían ir acompañadas de un mejor nivel de organización y planificación de las actividades (Martin et al., 2020). Al contrario de lo observado en otras regiones (Lemaire et al., 2014), cuatro de los ganaderos participantes no lo ven como una desventaja, e incluso estarían de acuerdo en que el incremento de la productividad de su agroecosistema, también signifique una mejora en las condiciones socioeconómicas de los trabajadores de sus fincas, junto con las de sus familias.

Otros aspectos positivos tienen que ver con la relativa buena disponibilidad de bienes naturales. Dos participantes mencionaron la disponibilidad de especies nativas, especialmente aquellas que se utilizan frecuentemente dentro de SSP en otras regiones (Harvey et al., 2011). Este uso de especies típicas del Bs-T y que además tienen potencialidades dentro de los SSP, va acompañada de prácticas favorables para la agrobiodiversidad que ya se realizan en algunos predios y que pueden ser la base de la transformación.

Para otros participantes las características de fertilidad de la tierra y la buena disponibilidad del agua en la zona también pueden considerarse como ventajas cuando se piensa en el incremento de la infraestructura ecológica (conectores) dentro de los predios. Algunos advierten que a ello, debe sumarse la promoción de una cultura de la agricultura, donde los agroecosistemas ganaderos dejen de verse como espacios de explotación y se opte por una visión más de cuidado de las especies de flora y fauna que interactúan dentro de estos (Fonseca-Carreño et al., 2019).

La cercanía y relaciones de vecindad que existen entre los productores ganaderos podría considerarse una ventaja para la implementación de sus modelos. Por ejemplo, usualmente no se presentan conflictos con los vecinos para mantener conectores estratificados en las delimitaciones de los predios. Adicionalmente, Cuando se preguntó por la probabilidad de establecer los diseños en sus fincas, las respuestas comunes fueron que esta aumentaría si los primeros ensayos con SSP son positivos, o si ven que sus vecinos tienen éxito con su uso. Mayor interacción con otros productores a través de estas relaciones incrementaría la motivación de aquellos que se resisten a transformar sus fincas, pero cuyo predio ocupa un espacio crítico para el mantenimiento de la conectividad del paisaje del Bs-T.

4.3.1.2 Limitantes

Las limitantes a la implementación de los modelos fueron más numerosas y variadas. En primera instancia se podrían nombrar aquellas que tienen que ver con la institucionalidad. Por ejemplo, los participantes del taller expresaron que hay una total ausencia de programas del estado, que si bien se encuentran planteados en documentos oficiales (ADR et al., 2019; CORPAMAG, 2013), no existe ejecución real sobre el territorio. Esta situación también está asociada a una percepción sobre la corrupción en las instituciones, lo que desencadena que los productores tengan muy bajos niveles de confianza en ellas. Es una situación que desafortunadamente se presenta con frecuencia en territorios con altos niveles de degradación (García-Lozano, 2020; IPBES, 2018)

El aspecto que más preocupa a los productores tiene que ver con un pobre ejercicio de extensión rural y bajo acceso a las capacitaciones de tipo agroecológico que existen en la región. Estos aspectos son fundamentales para los productores ganaderos, que desean sentirse acompañados a través de un papel mucho más activo por parte de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA). Para que este acompañamiento sea efectivo, los procesos deben estar orientados a mejorar las capacidades agricultoras y sus resultados deben ser monitoreados en el

tiempo. Adicionalmente el ejercicio de extensión debe valerse de las innovaciones y prácticas tradicionales que suceden simultáneamente en los agroecosistemas, para apoyar su desarrollo e incrementar su grado de difusión (Alexandre et al., 2021)

Por otra parte, aunque sí se menciona el tema financiero y se reconocen los altos costos de implementación que tienen los SSP más para agroecosistemas de doble propósito (Z. Calle et al., 2013; Murgueitio et al., 2014), son factores de orden logístico los más frecuentemente mencionados como posibles limitantes. Un tema principal es el de las vías, como es mencionado en el criterio de la CA. Este debe trabajarse junto con las instituciones para disminuir la vulnerabilidad económica. Finalmente, para los productores no conviene un agroecosistema que produzca más, si no existen las condiciones apropiadas para comercializar sus productos.

Más que la disponibilidad del agua es su manejo el que más podría ser un factor logístico limitante. Por supuesto el establecimiento de las coberturas vegetales y SSP requiere el diseño de sistemas de riego, que puedan aminorar el estrés hídrico de las plántulas, e incrementar las tasas de reclutamiento y sobrevivencia dentro de cada tipo de sistema de riego. Por lo tanto, el sistema de acueducto diseñado no solo debe responder a los requerimientos del ganado, sino también a las siembras que son organizadas en cada una de las secciones de la finca, siendo que el estrés hídrico es uno de los principales tensionantes en la restauración del Bs-T (Sánchez-Romero et al., 2021).

El cambio climático también es uno de los desafíos cuando se evalúa la probabilidad de éxito de la implementación de la EAP potencial. Propietarios y trabajadores de los predios reconocen que la impredecibilidad creciente de los patrones de lluvia afecta las tareas de planeación de corte, ensilaje y movimiento del ganado. La planeación bajo incertidumbre tiene efectos claros sobre los ingresos de los productores, pero también podría dificultar establecer los tiempos adecuados de la siembra de las especies arbóreas e incidir negativamente sobre sus tasas de supervivencia.

Todas las limitantes identificadas pueden fácilmente dar indicios de cuáles son los temas prioritarios para los ganaderos que deben trabajarse si el objetivo es realizar una restauración del paisaje desde los agroecosistemas. Esto tendría que ver con una fase de establecimiento del proyecto donde se evalúa cuáles son las intervenciones más importantes y cuáles pueden dar resultados en un corto a mediano plazo para mantener la motivación (González-Espinosa et al., 2007). Se deben identificar los actores responsables de las actividades y qué tan fáciles son de llevar a cabo. Allí entonces deben considerarse los mecanismos facilitadores (incremento de la CA) de tipo financiero, educativo, institucional o de autogestión (Lozano-Zambrano, 2009), que permitan hacer sentir a los productores que existen las condiciones externas para transformar sus fincas (Powlen & Jones, 2019).

4.4. IMPLICACIONES DE LA EAP POTENCIAL EN LA CONECTIVIDAD DE REMANENTES DE BS-T

A continuación, se describen las características más relevantes del paisaje ganadero de Pivijay, con especial enfoque en el estado de las coberturas del Bs-T y su dinámica con la apertura de las pasturas para el ganado. Para ello se utilizan las métricas del paisaje más informativas, y se compara el área de estudio con la unidad municipal. Posteriormente, basado en estas métricas, se priorizan fragmentos del ecosistema que deberían conservarse, y se discuten las implicaciones que tiene la transformación de la EAP de los agroecosistemas ganaderos para incrementar la conectividad entre estos.

4.4.1. Descripción del estado del Bs-T en el paisaje ganadero de Pivijay.

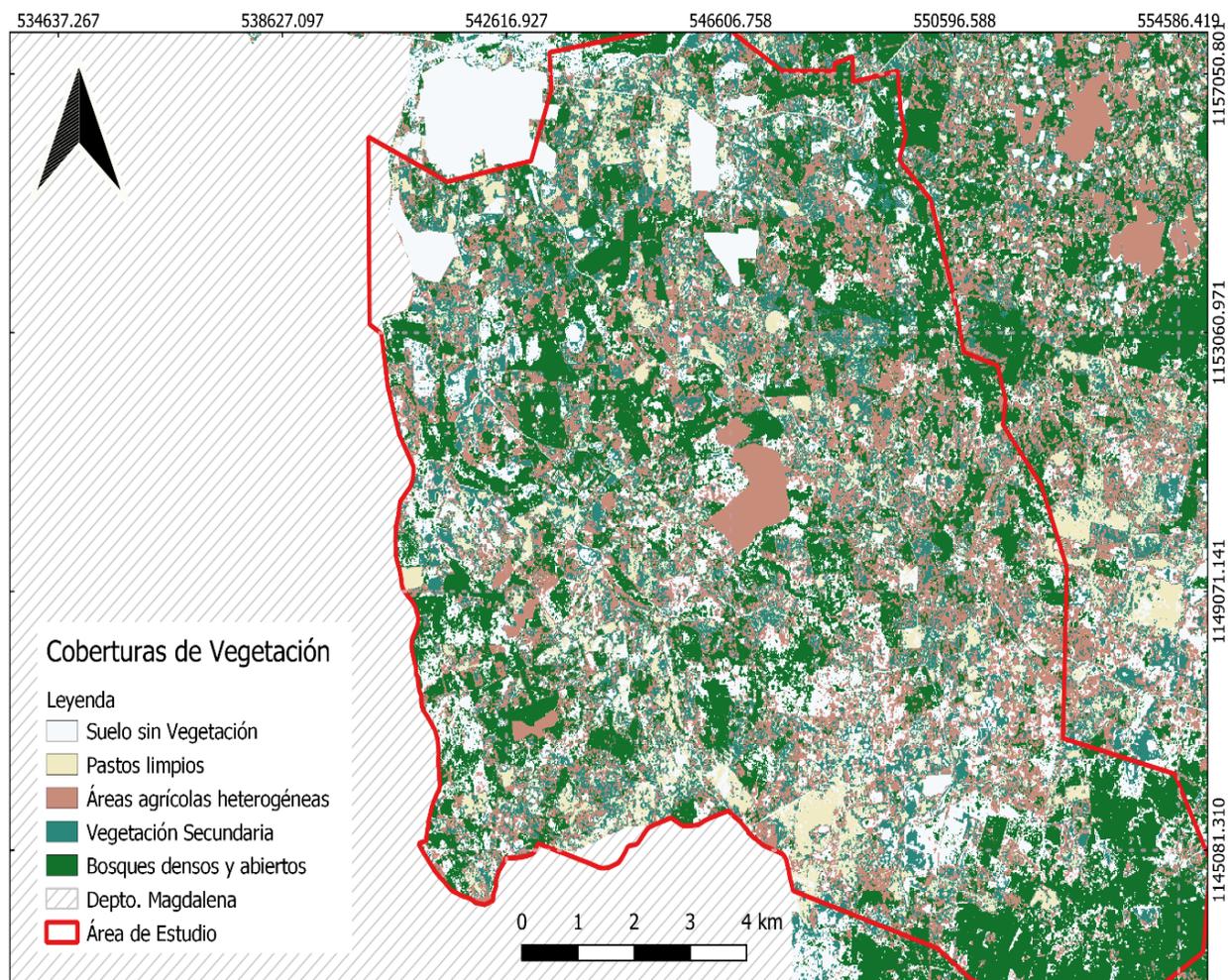


Figura 4.2.1. Clasificación de las coberturas de vegetación en el área de estudio, basada en la clasificación de coberturas para el municipio de Pivijay. Fuente: la autora.

Con base en la clasificación de coberturas y las doce métricas más informativas sobre la configuración del paisaje, en la presente sección, se realiza una breve descripción del estado de las coberturas de Bs-T en Pivijay. Esta descripción permite entender cuáles son las variables más críticas en términos de su conectividad estructural, que deberían ser abordadas desde las estrategias que se propongan a nivel del agroecosistema mayor.

Tabla 4.2.1. Métricas del paisaje por tipo de cobertura de vegetación para el municipio de Pivijay Fuente: la autora

Tipo de Cobertura	PP	DP	EB (Km)	A-MP	RG	IF	AN (ha)	IC	DEV	ND	IA
Suelo sin vegetación	14.44	75.18	22944.5	1540.75	1482.24	26.49	670.48	75.39	34.91	14971	75.37
Pastos limpios	7.68	50.39	13229.0	87.80	260.31	7.29	30.83	36.48	34.08	6326	68.65
Áreas agrícolas heterogéneas	16.09	63.18	29268.2	17.48	180.50	5.60	7.02	34.53	30.64	19518	71.73
Vegetación secundaria	12.11	63.75	25291.4	6.80	115.13	4.52	1.37	43.85	29.93	13772	67.66
Bosques	49.68	24.29	23671.9	52999.27	11532.36	106.9	37860.34	59.74	33.29	16093	92.63

Tabla 4.2.2. Métricas del paisaje por tipo de cobertura de vegetación para el sector específico de estudio. Fuente: la autora.

Tipo de Cobertura	PP	DP	EB (Km)	A-MP	RG	IF	AN (ha)	IC	DEV	ND	IA
Suelo sin vegetación	19.46	105.97	2946	17.19	172.03	5.09	5.55	69.28	29.91	2181	73
Pastos limpios	10.10	71.84	1890	10.38	120.61	4.61	2.87	35.42	30.35	883	67.04
Áreas agrícolas heterogéneas	21.81	69.83	3320	22.11	197.42	6.04	10.32	34.68	28.23	2512	73.18
Vegetación secundaria	17.29	81.23	3178	6.24	116.53	4.91	0.83	41.51	27.32	1838	67.56
Bosques	30.12	39.04	2256	241.51	699.17	10.55	143.44	64.10	33.97	1955	86.79

PP = Porcentaje del paisaje DP= Densidad de parches EB= Extensión total de borde A-MP=Área promedio ponderada por el tamaño del parche RG= Radio de giro IF= Índice de forma AN= Área núcleo IC = índice de contraste DEV=Distancias euclidianas al vecino más próximo ND= Áreas núcleo disjuntas IA= Índice de agregación.

A escala municipal se observa que casi el 50% de la cobertura del suelo corresponde a coberturas de bosque. Si bien es un valor bastante alto para un área como la llanura del Caribe, es importante tener en cuenta que esta clase incluye zonas de bosque muy intervenidos, donde los procesos ecológicos del Bs-T pueden estar comprometidos. Por su parte, a nivel del área de estudio, el porcentaje desciende al 30.12%, implicando que es una zona del municipio con mayor grado de transformación, muy probablemente por su cercanía a la cabecera municipal y asociado a un mayor desarrollo de la infraestructura vial.

En el municipio las clases con mayor densidad de parches (DP) son los bosques y las áreas agrícolas, lo que significa mayor fragmentación, lo cual es crítico para este ecosistema boscoso (García et al., 2014). En contraste, en el área de estudio, es el suelo desnudo y la vegetación secundaria las clases con mayor densidad, lo que puede deberse a continuos procesos de eliminación y posterior regeneración de áreas dispersas, que coincide con los procesos de

regeneración muy dinámicos del Bs-T en paisajes agrícolas (Benítez-Malvido et al., 2014; Ceccon et al., 2006) y con lo observado en campo.

Las clases tuvieron un comportamiento similar para la extensión total de borde (EB) tanto a escala municipal como local. En general los valores son altos, lo que para la clase de bosque por lo menos representa un alto contacto con otro tipo de coberturas, aumentando no solo los efectos de borde (Arruda & Eisenlohr, 2016; Zambrano et al., 2020), sino también una probable mayor resistencia al movimiento de fauna (Gurrutxaga & Lozano-Valencia, 2012), soportada también por un índice de contraste (IC) alto para esta clase.

El área promedio ponderada por el tamaño del parche (A-MP) en ambos análisis fue alta para los bosques, resultado que también se presentó con la métrica de área núcleo (AN). Esto puede implicar que existen por lo menos algunos parches de tamaño considerables y con condiciones ecológicas aceptables que son relevantes para determinar áreas prioritarias de conservación (Borda-Niño et al., 2017). En contraposición, el número de estas áreas núcleo disjuntas (ND) es mayor para la clase de bosques, lo que resalta nuevamente el grado de fragmentación y la necesidad de trabajar en la recuperación de la conectividad en un eventual proyecto de restauración a escala de paisaje.

El índice de forma (IF) muestra que los fragmentos de bosque en los dos niveles tienden a presentar formas complejas, dadas principalmente por la constante intervención sobre el ecosistema, en dinámicas de desmonte y posterior abandono de las áreas. Por su parte, el radio de giro (RG) también tomó los valores más altos para esta clase, indicando una tendencia a las formas alargadas de los remanentes de Bs-T, especialmente en el área de estudio. Esto puede verse explicado por la tendencia de ser los bosques riparios los últimos fragmentos que persisten en paisajes degradados (Zermeño-Hernández et al., 2015). Sin embargo, estas formas alargadas, a su vez implican una valiosa oportunidad para su transformación en corredores que conecten áreas núcleo u otro tipo de remanentes.

Las distancias euclidianas al vecino más próximo (DEV) no variaron mucho entre tipo de coberturas y en general tomaron valores bajos de aislamiento. Los fragmentos de bosque en los dos niveles de análisis están separados en promedio por 330 metros, que en términos de conectividad implicarán distancias de cruce no muy exigentes para componentes de la fauna como las aves, aunque sí puede restringir fuertemente el movimiento de mamíferos u otros animales con rangos de dispersión más bajos (Ramos et al., 2018). Es importante tener en cuenta que las DEV tienen en cuenta los parches más pequeños, incluso de 0.01 ha, que si bien no son áreas propicias para el sostenimiento de poblaciones, algunos autores han demostrado su papel como puntos de paso que mejoran la conectividad (Sampaio & Scariot, 2011; Tiang et al., 2021).

El índice de agregación (IA) mostró valores altos de cohesión, lo que significa que en general los fragmentos de bosque se encuentran agregados y no presentan un aislamiento marcado. Sin embargo, dado que otras métricas indican una alta fragmentación, se puede entender que más que fragmentos grandes y continuos, esta clase se encuentra compuesta en mayor medida por numerosos fragmentos pequeños y no distantes entre sí dentro del paisaje. El IA, fue ligeramente menor en el área de estudio, donde el bosque parece estar un poco más desconectado en relación con la escala municipal.

Una observación especial sobre los resultados de las métricas del paisaje, son los bajos valores en términos de área que toma la clase de pastos limpios. Si bien los sistemas ganaderos en el Caribe y en Pivijay suelen ser de tipo extensivo y promover el ideal de la competencia árbol-gramínea (Lerner et al., 2017), realmente en términos de la matriz agrícola, fueron mucho más importantes las áreas heterogéneas que mezclan cultivos, pasturas y espacios naturales. Esto puede deberse en parte a la alta dinámica de regeneración del Bs-T, pero también a una alta tolerancia de los

productores de la zona a la presencia de especies nativas dentro de sus sistemas productivos (Calle, 2019; Harvey et al., 2011).

La clase de vegetación en regeneración también es muy importante dentro del paisaje ganadero dentro de Pivijay. Como se mencionó previamente, se relaciona con las dinámicas de regeneración del Bs-T, presentando un mosaico de coberturas de bosque en diferentes estados de sucesión. Esto suele ser característico de las zonas ganaderas, que si bien podría justificar la estrategia de la restauración pasiva, muchas veces estos procesos pueden quedarse detenidos por la presión que ejerce el ganado sobre los remanentes (Olascuaga-Vargas et al., 2016). Por lo tanto, se requieren acciones de restauración activa, para promover las coberturas y el incremento de los flujos genéticos, ya que se ha demostrado que el nivel de especies del Bs-T con síndrome de zoocoria aumenta conforme a la madurez sucesional del bosque (López-Martínez et al., 2013).

En resumen, en el paisaje ganadero analizado en este trabajo, se presentan fragmentos de Bs-T con áreas considerables, aunque con alto grado de intervención. Las formas de estos suelen ser propicias para incrementar la conexión, en donde la fragmentación suele ser una variable más importante que el aislamiento. Los modelos propuestos deben entonces responder a la conectividad a través de estrategias como el incremento del tamaño de los remanentes, la conexión estructural de área a través de elementos del paisaje como los conectores del agroecosistema y por supuesto la creación de una matriz agroecológica que es más favorable para el paso de la BD (Perfecto & Vandermeer, 2010).

4.4.2. Como los agroecosistemas ganaderos pueden fomentar la conectividad del Bs-T en Pivijay a través de la EAP potencial

Dentro del área de estudio se priorizaron un total de 20 fragmentos de bosque, que en general cuentan con características favorables para la BD como un área núcleo considerable (7.92 ha y 522.14 ha), menores efectos de borde y contraste, y menores distancia de cruce a fragmentos vecinos (200 m máximo) (figura 4.4.2.1). Todos los fragmentos priorizados presentaron radios de giro altos, por lo que su geometría suele ser alargada y por lo tanto, a un nivel estructural implica una mayor conexión entre estos remanentes (Aguilera-Benavente & Botequilha-Leitao, 2012) (Anexo 7).

El fragmento número 1 es el más grande, al mismo tiempo que posee la mayor área núcleo, ubicado en la parte sur del área de estudio, aunque un poco aislado de los demás fragmentos. Allí los agroecosistemas Albania, Gualanday y Villa de Leyva, podrían jugar un papel importante en el restablecimiento y conservación de coberturas que conecten este fragmento tan importante con los demás remanentes. La EAP potencial de Villa de Leyva detallada más arriba, podría convertirse en un ejemplo demostrativo de cómo realizar las intervenciones en restauración en esta zona.

Teniendo en cuenta lo anterior, y pensando en la importancia de conectar las áreas de bosque que se encuentran más conservadas (por lo menos en términos de extensión) en el área sureste del municipio (Figura 3.3.1.1) con áreas de bosque más pequeños al norte y que hacen parte de la reserva de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), podría establecerse en principio un eje sur norte sobre el cual orientar los elementos del paisaje. Si bien las prácticas diseñadas dentro de la EAP potencial abarcan la extensión total del predio, en situaciones de limitaciones financieras y logísticas, es viable proponer a los productores comenzar con aquellas que direccionan las coberturas de sur a norte.

Por supuesto no es posible pensar que las especies responden siempre positivamente a este tipo de configuración direccionada. De hecho se reconoce que la respuesta es especie-específica a determinada configuración y composición del paisaje (Tiang et al., 2021). Sin embargo, la orientación sí podría tener efectos a nivel de las variables que determinan la conectividad estructural del Bs-T en la zona, cumpliendo un papel en reducir distancias de cruce, ser estructuras lineales por las cuales puede suceder el movimiento, y dependiendo de la selección de especies, ofrecer recursos de mejor calidad, lo que sí puede tener efectos en una reducción de la resistencia al movimiento.

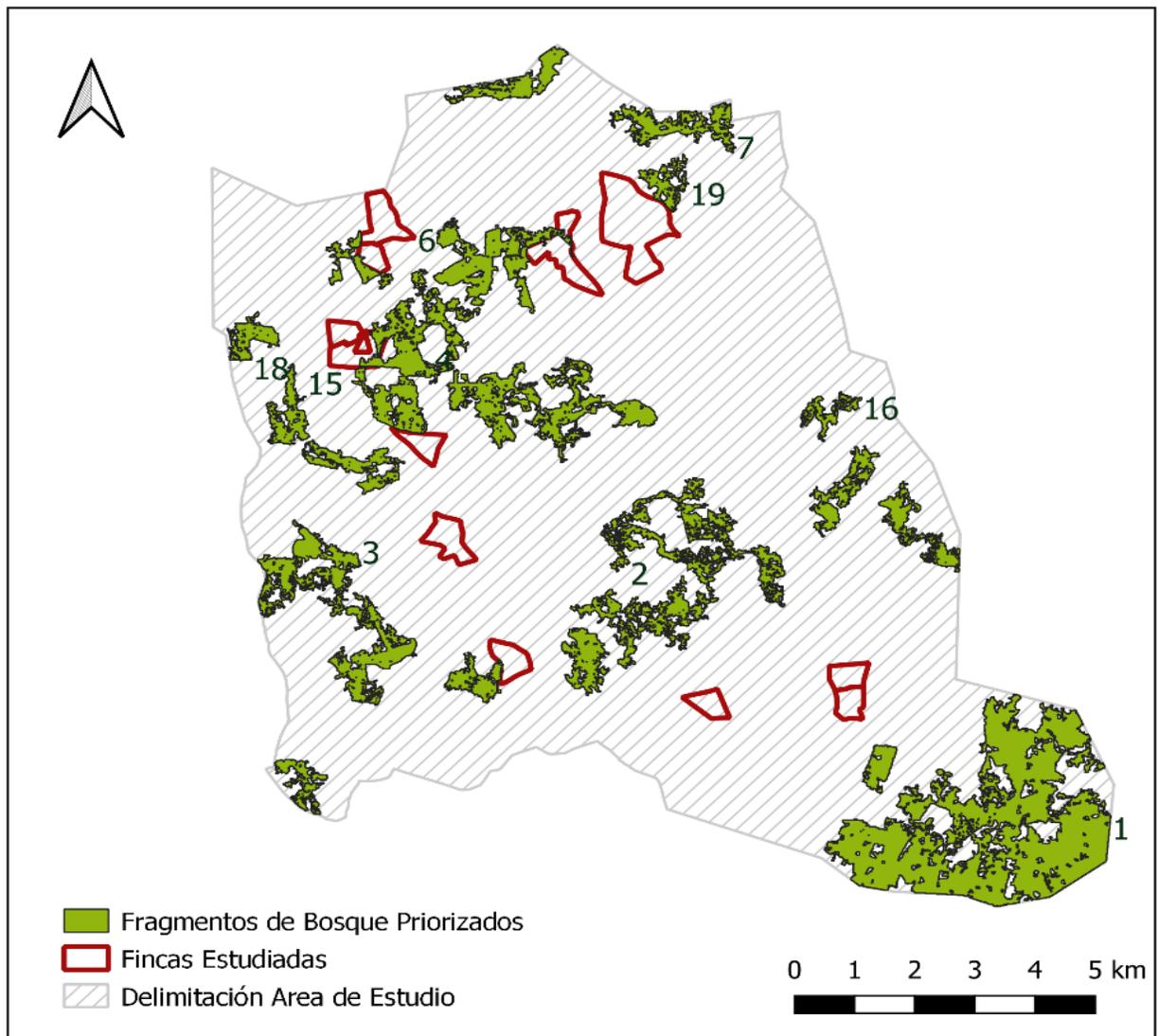


Figura 4.4.2.1. Fragmentos de Bs-T priorizados en relación con las fincas estudiadas a través de la EAP. Fuente: la autora.

Los conectores internos y externos de la finca que fueron evaluados dentro de la EAP, y que son diseñados a futuro dentro del ejercicio de planificación, son los elementos del paisaje que más fácilmente se pueden asociar a la conectividad. Se reconoce que el incremento tanto de su extensión como de su diversificación, tiene efectos positivos sobre las comunidades de fauna y especialmente sobre las aves (Chará-Serna & Chará, 2020). Para este último grupo también hay que plantear la importancia de un mejor manejo sobre los jagüeyes o áreas pantanosas que terminan siendo lugares de paso muy importantes para estos grupos.

Si bien no todos los conectores en la finca pueden conformar corredores biológicos por las demandas de área, aquellos asociados a cursos de agua o zonas de inundación donde se limita la actividad ganadera sí podrían convertirse en el establecimiento de zonas de amortiguación, corredores y trampolines ecológicos, tres elementos del paisaje que incrementan la conectividad (Francesconi & Montagnini, 2015). Ello significaría, por supuesto, sacrificar algunas áreas productivas, pero deberían compensarse a través de la percepción de los SE derivados de un mejor funcionamiento de los flujos biológicos e incentivos por la conservación de estos, como por ejemplo la figura de pagos por servicios ambientales (Giraldo et al., 2011).

En términos de prácticas ganaderas, la implementación de los SSP agroecológicos requerirá un cambio profundo de estas variables culturales que determinan el manejo del agroecosistema. Sus implicaciones sobre la conectividad pueden darse de tres maneras. Por ejemplo la complejización de los arreglos de SSP en el agroecosistema, permite la recuperación de procesos biofísicos, que no se relacionan inmediatamente con la conectividad ecológica, pero sí con el soporte de las poblaciones biológicas, o la agrobiodiversidad, cuyos ensamblajes adicionalmente sostienen diverso SE y podrán incrementar la multifuncionalidad del paisaje ganadero (Alexandre et al., 2021).

En segunda medida se ha demostrado que los SSP son alternativas con un alto potencial para fomentar la conectividad en los paisajes (Calle et al., 2012; Chará et al., 2015), aportando a la construcción de una matriz agroecológica que es amigable con la BD. Si se tiene en cuenta que en muchas ocasiones el movimiento de la fauna no depende de características geométricas de los remanentes, sino de qué tan hostil perciben a la matriz (Arroyo-Rodríguez et al., 2020), en definitiva, la promoción de SSP incrementará los flujos de movimiento y reducirá los contrastes de las coberturas de bosque con área circundantes, aminorando también efectos de borde. Por último los SSP pueden ser estrategias muy efectivas para disminuir los impactos que tienen las prácticas tradicionales ganaderas sobre los últimos remanentes de Bs-T y permitir su conservación.

Los SSP propuestos además pueden disminuir la resistencia social, ya que si se implementan de forma correcta, pueden no representar problemas con el costo de oportunidad asociado al uso del suelo, reduciendo así el conflicto sobre su uso, permitiendo incrementar el valor de conservación de los agroecosistemas sin sacrificar objetivos económicos de los ganaderos (Morán-Ordóñez et al., 2022).

Una práctica muy importante dentro de la EAP potencial, fue la liberación de por lo menos un área para la recuperación y establecimiento de un pequeño remanente, por ejemplo, para la finca El Milagro. Si bien el índice utilizado para la priorización desestima los fragmentos pequeños, principalmente porque los efectos de borde sobrepasan su área (Borda-Niño et al., 2017), su conservación resulta ser crucial para el fomento de la conectividad desde la escala del agroecosistema (Quinn et al., 2012). En cada agroecosistema mayor existen remanentes o la potencialidad de crearlos, cuyas estrategias de restablecimiento serán distintas dependiendo de las condiciones ecológicas en cada agroecosistema y el potencial de regeneración dentro de cada área. Se ha demostrado que remanentes compuestos incluso por tan solo unos pocos árboles pueden ser fundamentales para el paso de la fauna (Arroyo-Rodríguez et al., 2020; Tiang et al., 2021), y allí también pueden incluirse las pasturas arboladas que ya se implementan en algunos agroecosistemas como espacios de conservación de la conectividad.

Finalmente, tanto la restauración productiva como ecológica aporta desde distintas estrategias a la conectividad ecológica general del Bs-T, sea desde lo estructural con las denominadas herramientas del paisaje, como desde lo funcional al implicar que los flujos materiales y de información que se dan cuando la BD se mueve a través del paisaje, mejoran significativamente (Thomas et al., 2014). Para la restauración del Bs-T será fundamental, ya que las conexiones entre remanentes implicarán una preservación de mecanismos de regeneración especialmente de la lluvia de semillas, ya que el banco de semillas se encuentra fuertemente limitado en los Bs-T (Ceccon et al., 2006).

Por supuesto todas las estrategias descritas deben partir de decisiones y planeación consentida con los productores, que además necesitan claras motivaciones, incentivos y apoyos que los lleven efectivamente a aplicarlas. Una de las principales y que ha sido expuesta durante el diseño de la EAP potencial, es promover sobre todo aquellas prácticas que llamen la atención de los productores. Cada una de estas tendrá respuestas muy diferentes sobre la conservación y manejo de la agrobiodiversidad, pero en el largo plazo inciden sobre la heterogeneidad, variable fuertemente asociada a la conservación de un paisaje ecológicamente saludable (Quinn et al., 2012; Wu, 2013).

Los incentivos para los medianos productores pueden ir desde el acompañamiento y apoyo con insumos, dado los requerimientos de los tipos de SSP elegidos por estos. Sin embargo, para otros productores estos pueden ser muy distintos. Por ejemplo, las plantaciones que llaman la atención de productores con predios más grandes puede ser un asunto positivo para incrementar la conectividad estructural, aunque con claras limitaciones en lo funcional, y además podría favorecer fuertemente un SE como es el de la asimilación de carbono (Morán-Ordóñez et al., 2022). Habría por supuesto que dedicar más tiempo en analizar sus ventajas y desventajas y en ello también discutir cuál podría ser el papel de los cultivos de palma que desde hace algunos años empiezan a estar más presentes en la zona.

Otra parte de las motivaciones tendrá que ver con demostrar que el mantenimiento de una EEP a lo largo del paisaje y con el trabajo en conjunto de todos los productores, es el encargado de proporcionar los SE a través de grandes extensiones (Giraldo et al., 2011), y que estos finalmente pueden ser relacionadas con las percepciones que tienen los ganaderos sobre los beneficios que reciben de la conservación de la naturaleza.

En este trabajo entonces se recomienda comenzar a trabajar en la conectividad desde lo local y qué mejor desde una unidad como lo es el agroecosistema, que a través de la EAP permitió poner de manifiesto variables que no son percibidas desde un enfoque únicamente ecológico. Adicionalmente, la conectividad ecológica en un paisaje ganadero como el de Pivijay, debe diseñarse con la no existencia de grandes fragmentos de bosque prístinos, sino con fragmentos que son intervenidos, que tienen una gran dinámica de regeneración, y que están sujetos al tipo de prácticas de manejo que se promuevan.

Aquí se puede resaltar que, si bien la selección de los agroecosistemas se realizó de manera discrecional, todos pueden cumplir un papel en fomentar la conectividad del Bs-T desde el área que ocupan en el paisaje. Pueden convertirse en una unidad de manejo, donde se toman decisiones que afectan al paisaje (Sánchez-Romero et al., 2021), ya que las prácticas que se implementan dentro de ellos tendrán un papel importante en la configuración de los tipos de cobertura y usos del suelo (Lemaire et al., 2014). El desarrollo de la EAP puede utilizarse en el tiempo como un indicador de seguimiento a la transición silvopastoril ya que dentro de ella se contempla la complejidad estructural de la vegetación, los usos del suelo y las PMg. (Chará-Serna & Chará, 2020).

Por último se cree que visualizar los agroecosistemas y su manejo dentro del paisaje, permite ligar los procesos que ocurren en diferentes escalas, desde lo local que tiene que ver con las decisiones de los productores (Borda-Niño et al., 2017), hasta la escala de paisaje que en últimas es el objeto

final de conservación. La contextualización de los agroecosistemas junto con un ejercicio de priorización como el realizado, puede ayudar a orientar las decisiones de los productores y disminuir conflictos entre los distintos actores que intervienen en el paisaje (Richardson & Lefroy, 2016).

4.4.3. Mapeo del paisaje social desde la perspectiva de los productores ganaderos

Un pequeño ejercicio de mapeo social permitió hacer una rápida identificación de los actores que los ganaderos creen que deben incidir en el incremento de la conectividad a escala de paisaje, a la vez de las interacciones actuales entre todos ellos. La red presentada (Figura 4.4.3.1) si bien solo contó con la participación de cinco productores, y por tanto tiene limitaciones, sí es un primer ejercicio para entender cómo la cohesión social entre actores podría tener repercusiones sobre la conectividad ecológica del Bs-T en Pivijay.

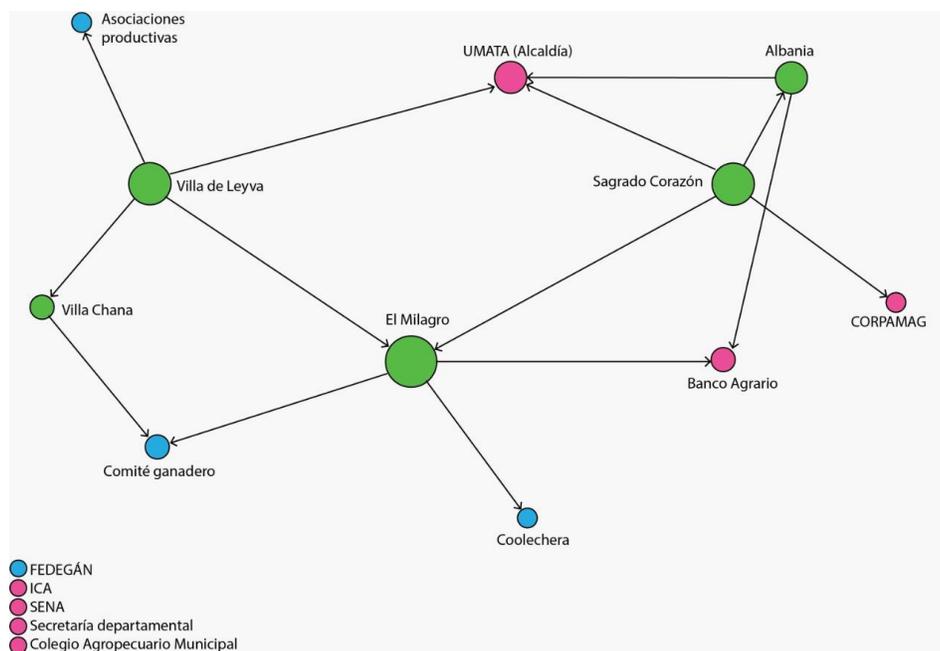


Figura 4.4.2. Mapeo social de paisaje desde la perspectiva de los productores ganaderos que participaron en el taller. Fuente: la autora y los participantes del taller.

Lo que demuestra esta red es que los medianos productores que participaron en el taller no se sienten articulados de manera suficiente con los actores que ellos creen cumplen un papel importante en la transformación de su paisaje. La densidad de relaciones es de tan solo 0.067, y estas pocas relaciones normalmente están orientadas a la búsqueda de información sobre el manejo del agroecosistema ganadero. Los flujos de otro tipo de recursos están ausentes. En términos de cantidad son muy pocas las relaciones que se establecen con entidades como la UMATA, el Banco Agrario y CORPAMAG. Por otra parte, no existen relaciones con actores importantes como el ICA, las instituciones académicas o la secretaría de desarrollo agropecuario departamental.

Este escenario en Pivijay no es muy diferente de lo que sucede en muchas regiones del país donde la degradación de la tierra tiene además efectos sobre una pérdida de conexión de las comunidades con su territorio (IPBES, 2018). Adicionalmente cuando el agroecosistema ganadero no está basado en hacer explícitas las relaciones ecosistema-naturaleza, puede existir un desinterés por su cuidado y por el cuidado de los espacios que se comparten con los demás. Por lo tanto, uno de los objetivos cuando la transformación e incremento de la CA son prioridad, será partir de esta red muy poco conectada a una con mayores relaciones.

Otro tema que explica la baja cohesión en la red es la desconfianza en las instituciones que se percibió en este ejercicio y durante las entrevistas. La desconfianza provoca que no haya un interés en mantener comunicación con ellas, dudando además de la efectividad que los programas (así sean estos pocos) tengan en términos de beneficios para los propietarios rurales. Esto en definitiva será una prioridad si se desea trabajar con los ganaderos, ya que la probabilidad de aplicar estrategias de conservación se incrementa, si hay confianza y si se percibe que los demás actores están trabajando por los mismos objetivos de conservación (Vainio et al., 2018).

Teniendo en cuenta que el tamaño de nodo representa la cantidad de interacciones que tiene un determinado actor, se puede observar cómo el propietario de la finca El Milagro tiene un papel muy importante en mantener la cohesión de la red. Su finca cuya EAP potencial se detalló anteriormente, podría convertirse en una finca demostrativa (faro agroecológico) a los cuales varios actores pueden confluír para el aprendizaje y difusión de prácticas que resulten exitosas. Adicionalmente, si bien en el trabajo no se detalla la EAP potencial de Sagrado Corazón, por su posición e importancia en la red también sería un nodo muy valioso para cumplir esta función. Finalmente, las fincas demostrativas resultan fundamentales cuando se desean aplicar prácticas y en este caso al ser consultadas por otros productores volverse canales de comunicación efectivos (Häggqvist et al., 2014).

El papel de las asociaciones productivas resulta desconcertante, ya que a pesar de que prácticamente todos los productores en este trabajo pertenecen a una de ellas, solo muy pocos las utilizan como fuentes de información. Si estas asociaciones logran articularse con las entidades públicas de manera efectiva, también se podrían convertir en una fuente fiable y validada por los productores en un primer tiempo, mientras otros procesos logran recuperar su confianza en las instituciones de orden municipal o departamental.

Dado que prácticamente todos los SSP son intensivos en conocimiento técnico (Uribe et al., 2011), se exige un papel activo de las entidades que están involucradas desde el aspecto de la formación (SENA, Colegio Agropecuario Municipal), con el objetivo de incrementar los flujos de información y consolidar y hacer seguimiento a los procesos de aprendizaje de los productores. Estos deben tener en cuenta no solo la transmisión de nuevos conocimientos, sino también dar espacio y estimación a aquellas prácticas tradicionales identificadas en este trabajo, lo que puede incrementar las posibilidades de difundir prácticas que ya son favorables para la agrobiodiversidad. El reforzamiento de estos procesos de aprendizaje mejorará la probabilidad de que los productores quieran aplicar conocimiento adquiridos en sus agroecosistemas (Sánchez-Romero et al., 2021)

Hay que tener en cuenta que usualmente las fuentes de información de los propietarios de la tierra suelen ser limitadas (Häggqvist et al., 2014), por lo que el fortalecimiento de los canales de comunicación que, en general, para los productores entrevistados están orientados a discutir información sobre el manejo de sus agroecosistemas, debe fortalecerse. La UMATA puede cumplir esta función, desde un ejercicio de extensión rural mejorado, donde no solo se discutan los aspectos técnicos, pero también ambientales de los SSP. A ello habría que sumarse una interacción con CORPAMAG como autoridad ambiental encargada, que guíe sobre cuáles son las prioridades ya establecidas desde sus planes de manejo y que se convierta en un actor de confianza para los ganaderos (Vainio et al., 2018).

A través de las variables de la EAP y el estudio de la conectividad desde un sentido ecológico y social, los productores pudieron ubicarse e identificarse a sí mismos y a otros actores, entendiendo cuál es el rol de cada uno de ellos en el paisaje. Los productores en general están mucho mejor conectados entre ellos, lo cual puede ser beneficioso cuando se requieren acciones conjuntas sobre el territorio, pero también desearía ser acompañados por las entidades públicas y privadas y sentir que sus visiones de futuro están alineadas a estos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La última sección de este trabajo presenta los hallazgos más relevantes que responden a los objetivos propuestos, y algunas de las recomendaciones a futuro para complementar el estudio de las relaciones que existen entre la estructura agroecológica principal de los agroecosistemas ganaderos y la recuperación de la conectividad del paisaje del Bs-T.

5.1. CONCLUSIONES

1. La mayoría de los agroecosistemas estudiados presentaron un grado de desarrollo de su EAP de ligera a moderada, lo que significa que, si bien existen variables promoviendo la agrobiodiversidad dentro de estas, aún son muy incipientes.
2. Los agroecosistemas mejor valorados fueron Villa de Leyva (60.92%) y Sagrado Corazón (59.33%), donde se presentan varias condiciones favorables para la agrobiodiversidad como lo son la promoción de coberturas más complejas y un cambio en prácticas que intentan no afectar a la BD. Los agroecosistemas con menor desarrollo de la EAP fueron Gaira (19.17%) y Gualanday (29%), donde se demuestra que fueron los factores culturales los que desfavorecen un mejor manejo de la agrobiodiversidad, ya que se encuentran en contextos ecológicos similares a otras fincas mejor valoradas.
3. En general, el criterio de conexión con la estructura ecológica principal del paisaje fue bastante bajo para todos los agroecosistemas. Esto era de esperar debido al alto grado de transformación de las coberturas originales de Bs-T, y que la recuperación de la conectividad de este es una tarea prioritaria para su conservación y la sustentabilidad de los sistemas ganaderos. El análisis de los conectores mostró que existen niveles medios a altos de diversidad, con elementos florísticos muy importantes del Bs-T, pero su continuidad está bastante comprometida. Estos finalmente pueden manejarse para convertirse en elementos del paisaje que mejoren la conectividad ecológica.
4. En cuanto a los usos del suelo, también fue uno de los criterios peor valorados dentro de la EAP. Sin embargo, en los agroecosistemas con mayor desarrollo se identificaron algunos usos que favorecen en un alto grado la agrobiodiversidad, como la conservación de pequeños remanentes y el favorecimiento de la regeneración de especies forrajeras para el establecimiento de pasturas arboladas, un tipo de SSP.
5. Las prácticas de manejo ganadero tuvieron respuestas muy variables entre productores. Parece existir una relación entre la percepción positiva que se tiene sobre el ecosistema y su importancia en conservar la BD y los SE, con la intención de aplicar prácticas que cada vez sean menos perjudiciales para la agrobiodiversidad. Estos productores con mayor conciencia intentan no realizar quemadas, restringir el uso de herbicidas y desparasitantes que saben interfieren con procesos ecológicos.

6. La valoración de las prácticas de manejo y de conservación permitió observar que existe un factor crítico en torno al recurso hídrico. Aunque su disponibilidad está respaldada por reservorios y pozos profundos, su manejo no suele incluir análisis fisicoquímicos ni tampoco actividades que propendan por su conservación. Esto por supuesto es crítico para un ecosistema marcadamente estacional como el Bs-T, y se propone como una de las recomendaciones prioritarias a los productores.
7. El ejercicio de planificación permitió identificar características de cada predio y proponer usos más apropiados para cada una de sus zonas. Así mismo, le permito a los productores poner sobre la mesa las prácticas SSP que son más llamativas, y consensuar la liberación de áreas para la conservación o restauración de remanentes de Bs-T.
8. Las propuestas de EAP potencial se enfrenta a múltiples retos, que requerirán de que las entidades que intervienen en el paisaje rural de Pivijay ejecuten un papel más activo, donde la recuperación de la confianza de los productores en estas sea una prioridad.
9. A escala del paisaje la fragmentación es la variable que limita fuertemente la conectividad ecológica. La EAP potencial tiene un papel muy importante en su recuperación a través de estrategias como la restauración productiva de una matriz que es favorable con la agrobiodiversidad, la conservación e incremento del número de remanentes, y el establecimiento de estructuras lineares (conectores del agroecosistema) que incrementen las conexiones entre estos.
10. Un pequeño ejercicio de mapeo social permitió identificar canales de comunicación que deberán reforzarse desde un mejorado ejercicio de la extensión rural, donde se de valor tanto a los conocimientos tradicionales y prácticas ya existentes de base agroecológica, a la vez que se refuerzan los conocimientos técnicos y altamente especializados que implican los SSP.
11. La EAP y los ejercicios participativos pueden contribuir a identificar aquellos factores de éxito u obstáculos que puede enfrentar un proyecto de restauración, los cuales son indispensables durante las primeras fases de diagnóstico. Adicionalmente, la EAP potencial puede convertirse no solo en una guía de la transformación, sino también en una herramienta de monitoreo.

5.2. RECOMENDACIONES

El estudio de los agroecosistemas sincronizado con el contexto del paisaje, y más exactamente con la variable de la conectividad del Bs-T, permite entrever que hay muchas relaciones entre las decisiones de manejo de los productores dentro del agroecosistema, que trascienden sus límites y podrán potenciar o limitar su valor de conservación. Esto abre la puerta a explorar cuáles articulaciones deben realizarse desde distintas escalas, aprovechando que el objetivo de una ganadería con menor impacto sobre la naturaleza puede alinearse desde las políticas municipales, hasta las nacionales que ya comienzan a diseñarse en el país, y que seguramente empezarán sus proyectos de ejecución en los próximos años.

En el estudio del paisaje, los criterios de elección y priorización del objeto de conservación se realizaron desde el nivel más sencillo del estudio de la conectividad ecológica. Sin embargo, sería relevante relacionar el estudio de los agroecosistemas con nuevos métodos novedosos en conectividad que incluya aspectos funcionales y respuestas frente a los rangos de dispersión en modelos multi-especie.

Los SSP que aquí se plantean son estrategias que, además de promover la conectividad del Bs-T, también pueden contribuir con los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático (CC).

Dentro de varios planos sectoriales ya se encuentra considerado este potencial del sector ganadero y podría ser un incentivo sumamente importante para los productores ganaderos, no solamente por la creación de programas de apoyo, sino también por el incremento de la incertidumbre asociada a los cambios en el clima que estos comienzan a percibir y que tienen fuertes efectos en su actividad.

Motivado por el hecho de que la región está categorizada como una zona en donde se deben priorizar los objetivos de conservación de la BD y manejo sustentable del recurso hídrico (UNESCO, 1987), los aspectos incluidos dentro de la valoración de la EAP y que, mejorados desde las prácticas de finca, podrían tener repercusiones positivas en la gestión de ambos bienes naturales a escalas más grandes. Estos resultados podrían aportar gran información para los planes de manejo de la cuenca.

Villa de Leyva y El Milagro pueden convertirse en laboratorios rurales, donde se puedan diseñar muchos tipos de experimentos que respondan a la generación del conocimiento que los SSP implican. Adicionalmente, con base en la articulación en red, se debería procurar que estos agroecosistemas mayores se conviertan en fuentes de información y difusión de los conocimientos e innovaciones que sean generados, por su aplicabilidad en el contexto local.

Dado que la implementación de SSP abre espacio a la inclusión de otros modelos productivos como los frutales o plantaciones maderables, sería interesante también estudiar la integración de la ganadería con sistemas agrícolas familiares para su potenciación en la producción de alimentos como el frijol, el maíz y el ajonjolí que podría contribuir a la soberanía alimentaria de la región.

Si bien durante este trabajo el ejercicio fue desde la escala local hacia la regional, sería muy interesante también analizar los resultados cuando se estudia la conectividad regional, e identificar oportunidades de conectividad que permitan visibilizar a actores en el paisaje y su papel en la conservación de los ecosistemas originales.

Los servicios ecosistémicos son un concepto que aún no es muy familiar para la mayoría de entrevistados. A través de este también es posible hacer conexiones entre lo que implican las decisiones de manejo a nivel de finca y la conservación de las estructuras ecológicas que proveen dichos servicios haciendo más explícito cómo el sistemas productivo ganadero se beneficia de ellos. Esto también podría ser una herramienta para la creación de incentivos en la implementación de SSP gracias a esquemas como el pago por servicios ambientales.

LITERATURA CITADA

- Acevedo-Osorio, Á., Santoyo-Sánchez, J. S., Guzmán, P., & Jiménez-Reinales, N. (2018). La Agricultura Familiar frente al modelo extractivista de desarrollo rural en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 21(2Supl), 144–154. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.73925>
- Acevedo Osorio, A., Ortíz Przychodzka, S., & Ortíz Pinilla, J. E. (2020). Aportes de la agrobiodiversidad a la sustentabilidad de la agricultura familiar en Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(35), 0–5.
- ADR, FAO, & Magdalena, G. del. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y rural con enfoque territorial*.
- Aguilera-Benavente, F., & Botequilha-Leitao, A. (2012). Selección de métricas de ecología del paisaje mediante ACP para la caracterización de los procesos de alteración del paisaje del Algarve (Portugal). *Rev. Int. Ciencia y Tecnología de a Información Geográfica*, 12, 93–121.
- Alexandre, G., Rodriguez, L., Arece, J., Delgadillo, J., Garcia, G. W., Habermeier, K., Almeida, A. M., Fanchone, A., Gourdine, J. L., & Archimède, H. (2021). Agroecological practices to support tropical livestock farming systems: a Caribbean and Latin American perspective. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02537-7>
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. In S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 27–34). Ediciones Científicas Americanas.
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The Agroecological Revolution in Latin America : Rescuing Nature , Ensuring The agroecological revolution in Latin America : rescuing nature , ensuring food sovereignty and empowering. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Andrade, G., Chaves, M. E., Corzo, G., & Tapia, C. (2018). *Transiciones ecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano* (G. Andrade, M. E. Chaves, G. Corzo, & C. Tapia (eds.); 1a ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Angel, A. (1996). *El Reto de la Vida*. Ecofondo. www.augustoangelmaya.com
- Ángel, A. (1995). La fragilidad ambiental de la cultura. In *Historia y Medio Ambiente*. (Segunda Ed). www.augustoangelmaya.com
- Argüello, H. (2015). Agroecología: Retos científicos y tecnológicos para la agricultura del siglo XXI en América Latina. *Agronomía Colombiana*, 33(3), 391–398. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n3.52416>
- Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Tabarelli, M., Watling, J. I., Tischendorf, L., Benchimol, M., Cazetta, E., Faria, D., Leal, I. R., Melo, F. P. L., Morante-Filho, J. C., Santos, B. A., Arasa-Gisbert, R., Arce-Peña, N., Cervantes-López, M. J., Cudney-Valenzuela, S., Galán-Acedo, C., San-José, M., Vieira, I. C. G., ... Tschardtke, T. (2020). Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. *Ecology Letters*, 23(9), 1404–1420. <https://doi.org/10.1111/ele.13535>
- Arruda, D. M., & Eisenlohr, P. V. (2016). Analyzing the edge effects in a Brazilian seasonally dry tropical forest. *Brazilian Journal of Biology*, 76(1), 169–175. <https://doi.org/10.1590/1519->

6984.16014

- Benítez-Malvido, J., Gallardo-Vásquez, J. C., Alvarez-Añorve, M. Y., & Avila-Cabadilla, L. D. (2014). Influence of matrix type on tree community assemblages along tropical dry forest edges. *American Journal of Botany*, *101*(5), 820–829. <https://doi.org/10.3732/ajb.1300396>
- Berdugo-lattke, M. L., & Rangel-Ch, J. O. (2015). Composición florística del bosque tropical seco del Santuario “Los Besotes” y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia Forestal*, *18*(1), 87–103. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a05>
- Bermúdez, C. E., Arenas, N. E., & Melo, V. M. (2017). Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient*, *20*(1), 199–208.
- Blandi, M. L., Cavalcante, M. S., Gargoloff, N. A., & Sarandón, S. J. (2016). Prácticas, conocimientos y percepciones que dificultan la conservación de la agrobiodiversidad. El caso del cinturón hortícola platense, Argentina. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, *13*(78), 97–122. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.pcpd>
- Borda-Niño, M., Hernández-Muciño, D., & Ceccon, E. (2017). Planning restoration in human-modified landscapes: New insights linking different scales. *Applied Geography*, *83*, 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.03.012>
- Calle, A. (2019). Partnering with cattle ranchers for forest landscape restoration. *Ambio*, *49*(2), 593–604. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01224-8>
- Calle, Z., & Murgueitio, E. (2020). *Árboles nativos para predios ganaderos. Especies focales del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. CIPAV. <http://www.cipav.org.co>
- Calle, Z., Murgueitio, E., & Chará, J. (2012). Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Sitio Argentino de Producción Animal*, *63*, 31–40.
- Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C. H., Zuluaga, A. F., & Calle, A. (2013). A Strategy for Scaling-Up Intensive Silvopastoral Systems in Colombia. *Journal of Sustainable Forestry*, *32*(7), 677–693. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817338>
- Callo-Concha, D. (2018). Optimizando la producción agrícola: análisis de sistemas para operacionalizar la agricultura multifuncional. *Gestión y Ambiente*, *21*(2Supl), 137–143. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77912>
- Calvo-Rodriguez, S., Sanchez-Azofeifa, A. G., Duran, S. M., & Espírito-Santo, M. M. (2017). Assessing ecosystem services in Neotropical dry forests: A systematic review. *Environmental Conservation*, *44*(1), 34–43. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000400>
- Carrizosa-Umaña, J. (2014). *Colombia Compleja*. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Carvajal-Cogollo, J. E., & Urbina-Cardona, N. (2015). Ecological grouping and edge effects in tropical dry forest: reptile-microenvironment relationships. *Biodiversity and Conservation*, *24*(5), 1109–1130. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0845-9>
- CBD, & SER. (2019). *A Companion to the Short-Term Action Plan on Ecosystem Restoration - Resources, cases studies, and biodiversity considerations in the context of restoration science and practice*.

- Ceccon, E., Huante, P., & Rincón, E. (2006). Abiotic Factors Regeneration Influencing Tropical Dry. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(March), 305–312.
- Chará-Serna, A., & Chará, J. (2020). Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos en agropaisajes tropicales. *Livestock Research for Rural Development*, 32(11). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd32/11/ana32184.html>
- Chará, J., Camargo, J. C., Calle, Z., Bueno, L., Murgueitio, E., Arias, L., Dossman, M., & Molina, E. J. (2015). Capítulo 15. Servicios Ambientales de sistemas silvopastoriles intensivos: Mejoramiento del Suelo y Restauración Ecológica. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales* (pp. 331–348). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Clavijo, N. L., & Pérez, E. (2015). Conocimiento agrícola local y conservación in situ. El caso de tres cultivos andinos en la comunidad indígena de las Huaconas en Ecuador. *Congreso Latinoamericano de Agroecología*, 1–6.
- Cleves-Leguizamo, J. A., Toro-Calderón, J., Martínez-Bernal, L. F., & León-Sicard, T. E. (2017). La Estructura Agroecológica Principal (EAP): novedosa herramienta para planeación del uso de la tierra en agroecosistemas The Principal Agroecological Structure (PAS): a new tool for planning agroecosystems. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 441–449. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.7350>
- CNMH. (2018). *Tierras: Balance del CNMH al esclarecimiento Histórico*. <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/informes/informes-2018/tierras-balance-de-la-contribucion-del-cnmh-al-esclarecimiento-historico>
- Córdoba-Vargas, C., & León-Sicard, T. E. (2013). RESILIENCIA DE SISTEMAS AGRÍCOLAS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES FRENTE A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN. *Agroecología*, 8(1), 21–32.
- Córdoba Vargas, C. A., Hortúa Romero, S., & León Sicard, T. (2020). Key points of resilience to climate change: a necessary debate from agroecological systems. *Climate and Development*, 12(6), 564–574. <https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1664376>
- CORPAMAG. (2013). *Plan De Manejo Ambiental Para Humedal Caño Schiller*.
- CORPAMAG. (2018). Fase De Diagnóstico Documento General Vol. Ii. Caracterización De Las Condiciones Sociales. *Pomca, II*. www.pomca.org
- CORPOMAG. (2017). *POMCA. Complejo Humedales Ciénaga grande de Sanata Marta. VOL. V. Síntesis Ambiental*.
- Cushman, S. A., McGarigal, K., & Neel, M. C. (2008). Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. *Ecological Indicators*, 8(5), 691–703. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.12.002>
- CVC. (2016). *Consideraciones para el diseño e implementación de herramientas de manejo de paisaje*. Corporación Autónoma del Valle del Cauca.
- Daza-Cruz, Y. X. (2020). *Apropiación humana de la producción primaria neta en sistemas de agricultura ecológica y convencional*. Universidad Nacional de Colombia.
- Dettlesen, G., & Somarriba, E. (2015). Capítulo 2. Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola,

- & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales* (pp. 21–44). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Díaz-Pineda, F., & Schmitz, M. (2011). *Conectividad Ecológica Territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y socioecológica*. O. A. Parques Nacionales. Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Díaz-Pineda, F., Schmitz, M., Aranzabal, I., Hernández, S., Bautista, C., & Aguilera, P. (2010). Conectividad ecológica horizontal y vertical. *Investigación En La Red. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural. Madrid.*, 73–91.
- Díaz-Triana, J., Torres-Rodríguez, S., Muñoz-P, L., & Avella-M, A. (2019). Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila , Colombia): programa y resultados preliminares. *Conservación*, 41(1), 60–77.
<https://doi.org/10.15446/caldas.v41n1.71318>.Recibido
- Duncan, R. S., & Chapman, C. A. (2003). Consequences of plantation harvest during tropical forest restoration in Uganda. *Forest Ecology and Management*, 173(1), 235–250.
- Eschenhagen, M. L. (2012). Aproximaciones al pensamiento Ambiental de Enrique leff: Un desafío y una Aventura que Enriquece el Sentido de la Vida. *Environmental Ethics*, 34(SUPPL 4), 89–95. <https://doi.org/10.5840/enviroethics201234Supplement57>
- FAO. (2014). *El estado de los bosques del mundo*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- FEDEGAN. (2018). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. In *Fedegan*.
www.fedegan.org.co
- Fonseca-Carreño, N., Salamanca-Merchan, J. D., & Vega-Baquero, Z. Y. (2019). La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una revisión. *Revista Termas Agrarios*, 24(2), n.
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/2181054002/html/index.html>
- Francesconi, W., & Montagnini, F. (2015). Capítulo 17. Los SAF como estrategia para favorecer la conectividad funcional del paisaje fragmentado. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales* (pp. 363–380). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Franco, M. H. (2015). El Desarrollo Rural desde la Agroforestería Agroecológica. *Agroforestería Neotropical*, 5, 83–92.
- García-García, J. (2008). Las políticas económicas y el sector ganadero en Colombia : 1950-1977. *Ensayos Sobre Comercio Exterior y Desarrollo Económico En Colombia. Capítulo 6. Las Políticas Económicas y El Sector Ganadero En Colombia : 1950-1977. Pág.:140-210*, 19.
<http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/6578>
- García-Lozano, N. (2020). Estrategias agroecológicas para el mejoramiento de la conectividad del Bosque Seco Tropical en los municipios de Carmen de Bolívar y San Jacinto en la región de los Montes de María [Pontificia Universidad Javeriana]. In *Trabajo de grado*.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.010><http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.034>
<https://www.iiste.org/Journals/index.php/JPID/article/viewFile/19288/19711><http://cite.seerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.678.6911&rep=rep1&type=pdf>
- García, H., Corzo, G., Issacs, P., & Etter, A. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes

- del bioma de Bosque Seco Tropical en Colombia: insumos para su gestión. In H. García & C. Pizano (Eds.), *El Bosque Seco Tropical en Colombia* (pp. 49–93). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. In *Fao. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO)*. <http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf>
- Giraldo, C., Ecoibar, F., Chará, J., & Calle, Z. (2011). The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4(1), 115–122. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00112.x>
- González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Newton, A. C., Rey-Benayas, J. M., Camacho-Cruz, A., Armesto, J. J., Lara, A., Premoli, A., Williams-Linera, G., Altamirano, A., Alvarez-Aquino, C., Cortés, M., Echevarría, Galindo-Jaimes, L., Muñoz-Castro, M., Nuñez-Ávila, M., Pedraa, R., Roovere, A., Smith-Ramírez, C., ... Zamorano, C. (2007). Restoration of Forest Ecosystems in Fragmented Landscapes of Temperate and Montane Tropical Latin America. In A. C. Newton (Ed.), *Biodiversity Loss and Conservation in Fragmented Forest Landscapes: The Forests of Montane Mexico and Temperate South America* (pp. 335–369). CAB International.
- González, J. J., Etter, A., Sarmiento, A., Orrego, S., Ramírez, C., Cabrera, E., Vargas, D., Galindo, Gustavo, García, M. C., & Ordoñez, M. F. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia* (A. Sarmiento, A. Etter, J. J. González, & S. Orrego (eds.)). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.
- Gurrutxaga, M., & Lozano-Valencia, P. J. (2012). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía*, 16, 35. <https://doi.org/10.18002/pol.v0i16.410>
- Häggqvist, P., Berg Lejon, S., & Lidestav, G. (2014). Look at what they do – a revised approach to communication strategy towards private forest owners. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29(7), 697–706. <https://doi.org/10.1080/02827581.2014.960894>
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Esquivel, H., Gómez, R., Ibrahim, M., Lopez, M., Martinez, J., Muñoz, D., Restrepo, C., Saéñz, J. C., Villacís, J., & Sinclair, F. L. (2011). Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1664–1674. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.004>
- Hernández-Polo, N. (2019). *Autodefensas Unidas de Colombia en Pivijay, Magdalena 1996-2006* (Vol. 8, Issue 5). Universidad de Cartagena.
- Holdridge, L. R. (1982). Ecología basada en zonas de vida. In *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura* (Vol. 53, Issue 9). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. <http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-en-Zonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>
- IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. In *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*.
- IDEAM, INVEMAR, Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, Instituto SINCHI, IGAC, & Parques Nacionales Naturales. (2017). *Mapa de*

Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia.
<http://www.invemmar.org.co/noticias.jsp?id=3458>

- IPBES. (2018). *The IPBES report on land degradation and restoration* (L. Montanarella, R. J. Scholes, & A. Brainich (eds.)). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IPCC. (2021). *Assessment Report 6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis.*
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IUCN, & WRI. (2014). A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. In *Working Paper (Road-test edition)*.
- Jackson, L. E., Pascual, U., & Hodgkin, T. (2007). Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121(3), 196–210.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.017>
- Jha, C. S., & Singh, J. S. (1990). Composition and dynamics of dry tropical forest in relation to soil texture. *Journal of Vegetation Science*, 1, 609–614.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3235566>
- Leff, E. (2000). Tiempo de sustentabilidad. *Ambiente & Sociedad*, 3(6–7), 5–13.
<https://doi.org/10.1590/s1414-753x2000000100001>
- Leff, E. (2009). Pensamiento Ambiental latinoamericano : Patrimonio de un Saber para la Sustentabilidad. *Sección Filosofía Ambiental Sudamericana, ISEE Publi(6)*, 1–15.
<https://doi.org/10.5840/enviroethics201234Supplement58>
- Lemaire, G., Franzluebbbers, A., Carvalho, P. C. de F., & Dedieu, B. (2014). Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 4–8.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>
- León-Sicard, T. E. (2009). Agroecología: Desafíos de una Ciencia Ambiental en Construcción. *Agroecología*, 4(0), 7–17.
- León-Sicard, T. E. (2012). Agroecología: La Ciencia de los Agroecosistemas - La Perspectiva Ambiental. In *Instituto de Estudios Ambientales*. Universidad Nacional de Colombia.
- León-Sicard, T. E. (2021). *La Estructura Agroecológica Principal de los agroecosistemas. Perspectivas teórico-prácticas*. Universidad Nacional de Colombia.
- León-Sicard, T. E., Mendoza Rodríguez, T., & Córdoba Vargas, C. (2014). La Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP): un nuevo noncepto útil en Agroecología. *Agroecología*, 9, 55–66. <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300621>
- León-Sicard, T. E., & Vargas, O. (2018). La Agroecología y la Restauración Agroecológica: Dos disciplinas que se encuentran en el paisaje. *La Agroecología: Enlace Entre Ecosistemas, Cultura y Pensamiento Ambiental*, 14–22.
- Lerner, A. M., Zuluaga, A. F., Chará, J., Etter, A., & Searchinger, T. (2017). Sustainable Cattle Ranching in Practice: Moving from Theory to Planning in Colombia's Livestock Sector. *Environmental Management*, 60(2), 176–184. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0902-8>
- Linares-Palomino, R., & Oliveira-Filho, A. (2011). Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity,

- Endemism, and Biogeography of Woody Plants. In *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 3–21). <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7>
- López-Martínez, J. O., Sanaphre-Villanueva, L., Dupuy, J. M., Hernández-Stefanoni, J. L., Meave, J. A., & Gallardo-Cruz, J. A. (2013). β -Diversity of Functional Groups of Woody Plants in a Tropical Dry Forest in Yucatan. *PLoS ONE*, *8*(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073660>
- Lozano-Zambrano, F. (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de CUndinamarca.
- Marlay, S. (2015). Capítulo 9. Evaluación del potencial de los proyectos agroforestales para lograr beneficios ambientales y socio-económicos en zonas rurales de Haití. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales* (pp. 203–230). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Martin, G., Barth, K., Benoit, M., Brock, C., Destruel, M., Dumont, B., Grillot, M., Hübner, S., Magne, M. A., Moerman, M., Mosnier, C., Parsons, D., Ronchi, B., Schanz, L., Steinmetz, L., Werne, S., Winckler, C., & Primi, R. (2020). Potential of multi-species livestock farming to improve the sustainability of livestock farms: A review. *Agricultural Systems*, *181*(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102821>
- Martinuzzi, S., Gould, W. A., Ramos Gonzalez, O. M., Robles, A. M., Maldonado, P. C., Pérez-Buitrago, N., & Fumero Caban, J. J. (2007). Mapping tropical dry forest habitats integrating Landsat NDVI, Ikonos imagery, and topographic information in the Caribbean Island of Mona. *Rev. Biol. Trop.*, *56*(2), 625–639. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i2.5613>
- Mc Garical, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., & Ene, E. (2012). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. *Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst.*, 1–54. <https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Mcdonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2016). *International Standrads for the practice of Ecological Restoration - Including Principles and Key Concepts* (Society for Ecological Restoration (ed.)).
- Meléndez-Ackerman, E., Rojas-sandoval, J., Fernández, D. S., González, G., Lopez, H., Sustache, J., Morales, M., García-Bermúdez, M., & Aragón, S. (2016). Associations between Soil Variables and Vegetation Structure and Composition of Caribbean Dry Forests. *Caribbean Naturalist*, *1*, 176–198.
- Mendoza-C, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el Valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia : Boletín Del Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias de La Universidad Nacional de Colombia*, *21*(1), 70–94.
- Mier y Terán Giménez Cacho, M., Giraldo, O. F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B. G., Rosset, P., Khadse, A., & Campos, C. (2018). Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *42*(6), 637–665. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1443313>
- Montagnini, F. (2015). Capítulo 12. Funcion de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación al cambio climático. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*

- (pp. 269–314). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Morán-Ordóñez, A., Hermoso, V., & Martínez-Salinas, A. (2022). Multi-objective forest restoration planning in Costa Rica: Balancing landscape connectivity and ecosystem service provisioning with sustainable development. *Journal of Environmental Management*, 310(February). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114717>
- Murgueitio, E., Barahona, R., Flores, M., Chará, J., & Rivera, J. E. (2016). Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. *Ceiba*, 54(1), 23–30. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v54i1.2774>
- Murgueitio, E., Barahona, R., Martins, R., Flores, M., Chará, J., & Solorio, F. J. (2014). *Intensive Silvopastoral Systems : Improving Sustainability and Efficiency in Cattle Ranching Landscapes*.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>
- Murgueitio, E., Florez, M., Calle, Z., Chará, J., Barahona, R., & Molina, C. (2015). Capítulo 4.: Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*. (pp. 59–104). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Murgueitio, E., & Ibrahim, M. (2004a). Ganadería y medio ambiente en América Latina. *XII Congreso Venezolano de Producción e Industrial Animal, January 2008*, 187–2020.
- Murgueitio, E., & Ibrahim, M. (2004b). Ganadería y medio ambiente en América Latina. *Conferencia Agroforestería, July*, 187–202.
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 17, December, 67–88. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>
- Noguera Echeverri, A. P. (2007). Complejidad ambiental : propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latino - americano. *Reflexión*, 10(4), 5–30.
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J., & Sanchez-Montaño, L. R. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en toluviejo-sucre (Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1), 23–40. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a02>
- Palmer, M., Falk, D., & Zedler, J. (2006). Ecological Theory and Restoration Ecology. In D. Falk, M. Palmer, & J. Zedler (Eds.), *Foundations of Restoration Ecology* (Vol. 3, pp. 1–10). Island Press.
- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., Watson, R. T., Başak Dessane, E., Islar, M., Kelemen, E., Maris, V., Quaas, M., Subramanian, S. M., Wittmer, H., Adlan, A., Ahn, S. E., Al-Hafedh, Y. S., Amankwah, E., Asah, S. T., ... Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26–27, 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>
- Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 437–457.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>

- Pérez-Martínez, M. E., & Clavijo-Ponce, N. (2012). *Experiencias y enfoques de procesos participativos de innovación en agricultura: El caso de la Corporación PBA en Colombia*.
- Pérez, D. (2016). La restauración ecológica en el contexto socioambiental de América Latina y el Caribe. In E. Ceccon (Ed.), *Más allá de la ecología de la restauración : perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (1a ed, p. 384). Editores, Vázquez Mazzini.
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2010). The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(13), 5786–5791. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>
- Posada-Carbó, E. (1998). Capítulo 2: La Ganadería. In *El Caribe colombiano. Una historia regional (1870-1950)* (1ra Edición). Banco de la República. El Áncora Editores.
- Power, M. J., Whitney, B. S., Mayle, F. E., Neves, D. M., Boer, E. J. De, Maclean, K. S., & Gardens, R. B. (2016). Fire , climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical forest. *Philosophical Transactions*, 371(R. Soc), 1–11.
- Powlen, K. A., & Jones, K. W. (2019). Identifying the determinants of and barriers to landowner participation in reforestation in Costa Rica. *Land Use Policy*, 84(August 2018), 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.021>
- Prado-Junior, J. A., Schiavini, I., Vale, V. S., Arantes, C. S., van der Sande, M. T., Lohbeck, M., & Poorter, L. (2016). Conservative species drive biomass productivity in tropical dry forests. *Journal of Ecology*, 104(3), 817–827. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12543>
- Pulsford, I., Lindenmayer, D., Wyborn, C., Lausche, B., Worboys, G. L., Vasilijevic, M., & Lefroy, T. (2015). Connectivity Conservation Management. In G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford (Eds.), *Protected Area Governance and Management* (pp. 851–888). ANU Press.
- Quinn, J. E., Brandle, J. R., & Johnson, R. J. (2012). Agriculture , Ecosystems and Environment The effects of land sparing and wildlife-friendly practices on grassland bird abundance within organic farmlands. *"Agriculture, Ecosystems and Environment,"* 161, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.07.021>
- Ramos, I., González González, C., Urrutia, A. L., Mora Van Cauwelaert, E., & Benítez, M. (2018). Combined effect of matrix quality and spatial heterogeneity on biodiversity decline. *Ecological Complexity*, 36(March), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2018.10.001>
- Rapidel, B., Allinne, C., Cerdán, C., Meylan, L., de Melo, E., Filho, V., & Avelino, J. (2015). Capítulo 1. Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*. (pp. 5–20). CATIE Serie Técnica - Informe Técnico. 454 p.
- Reboratti, C. (2010). Un mar de soja: La nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias. *Revista de Geografía Norte Grande*, 76(45), 63–76. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022010000100005>
- Richardson, B. J., & Lefroy, T. (2016). Restoration dialogues: improving the governance of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 24(5), 668–673. <https://doi.org/10.1111/rec.12391>
- Rivera, L. F., Armbrrecht, I., & Calle, Z. (2013). Silvopastoral systems and ant diversity conservation

- in a cattle-dominated landscape of the Colombian Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 181, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.011>
- Rodríguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67(1), 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002>
- Rodríguez-García, R., & Hesee-Rodríguez, M. (2000). *Al andar se hace camino. Guía metodológica para desencadenar procesos autogestionarios alrededor de experiencia agroecológicas*. (2da Edición). Sembradores de Esperanza. Corporación de Servicio a Proyectos de Desarrollo.
- Rojas, C. (2015). Retos para la incorporación de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los sectores productivos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 18(2), 109–120.
- Roncallo-Fandiño, B., Barros-Enríquez, J., Bonilla-B, R., Murillo, J., & Del Toro, R. (2009). Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo. *Revista Corpoica*, 10(1), 60–69.
- Roncallo, B., Barros, J., Bonilla, R., & Lanao, S. (2002). *Evaluación de los sistemas silvopastoriles (árboles maderables-bovios) en la producción de carne* (Issue 1). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1604?locale-attribute=en>
- Salgado, E. V., de Andrade, E. M., Hevia, J. N., Nunes, E. P., & Rodrigues, M. M. de A. (2015). Rainfall patterns and the contribution of litter in the caatinga dry tropical forest. *Revista Ciencia Agronomica*, 46(2), 299–309. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150009>
- Sampaio, A. B., & Scariot, A. (2011). Edge effect on tree diversity, composition and structure in a deciduous dry forest in central Brazil | Efeito De Borda Na Diversidade, Composição E Estrutura Da Comunidade Arbórea Em Uma Floresta Estacional Decidual No Brasil Central. *Revista Arvore*, 35(5), 1121–1134. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600018>
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada, M., Rodríguez, J. P., Nassar, J., Stoner, K., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E., Calvo-Alvarado, J., Kalackska, M., Fajardo, L., Gamon, J., & Cuevas-Reyes, P. (2005). Research Priorities of Neotropical Dry Forests. *Biotrópica*, 37(4), 477–485.
- Sánchez-Romero, R., Balvanera, P., Castillo, A., Mora, F., García-barrios, L. E., & González-esquivel, C. E. (2021). Forest Ecology and Management Management strategies , silvopastoral practices and socioecological drivers in traditional livestock systems in tropical dry forests : An integrated analysis. *Forest Ecology and Management*, 479(August 2020), 118506. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118506>
- Sánchez De Prager, M., Prager Mósquera, M., E. Naranjo, R., & E. Sanclemente, O. (2012). El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. *Agroecología*, 7(1), 16. <http://digitum.um.es/jspui/handle/10201/30430>
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). La insustentabilidad del modelo agrícola actual. In S. J. Sarandón & C. C. Flores (Eds.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables* (1a ed., pp. 13–41). Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.1177/009430610803700551>
- Sourdis, A. (2018). *Ganadería: La industria que constuyó al país*. Red Cultural Del Banco de La República En Colombia. <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial->

historia/numero-266/ganaderia-la-industria-que-construyo-al-pais

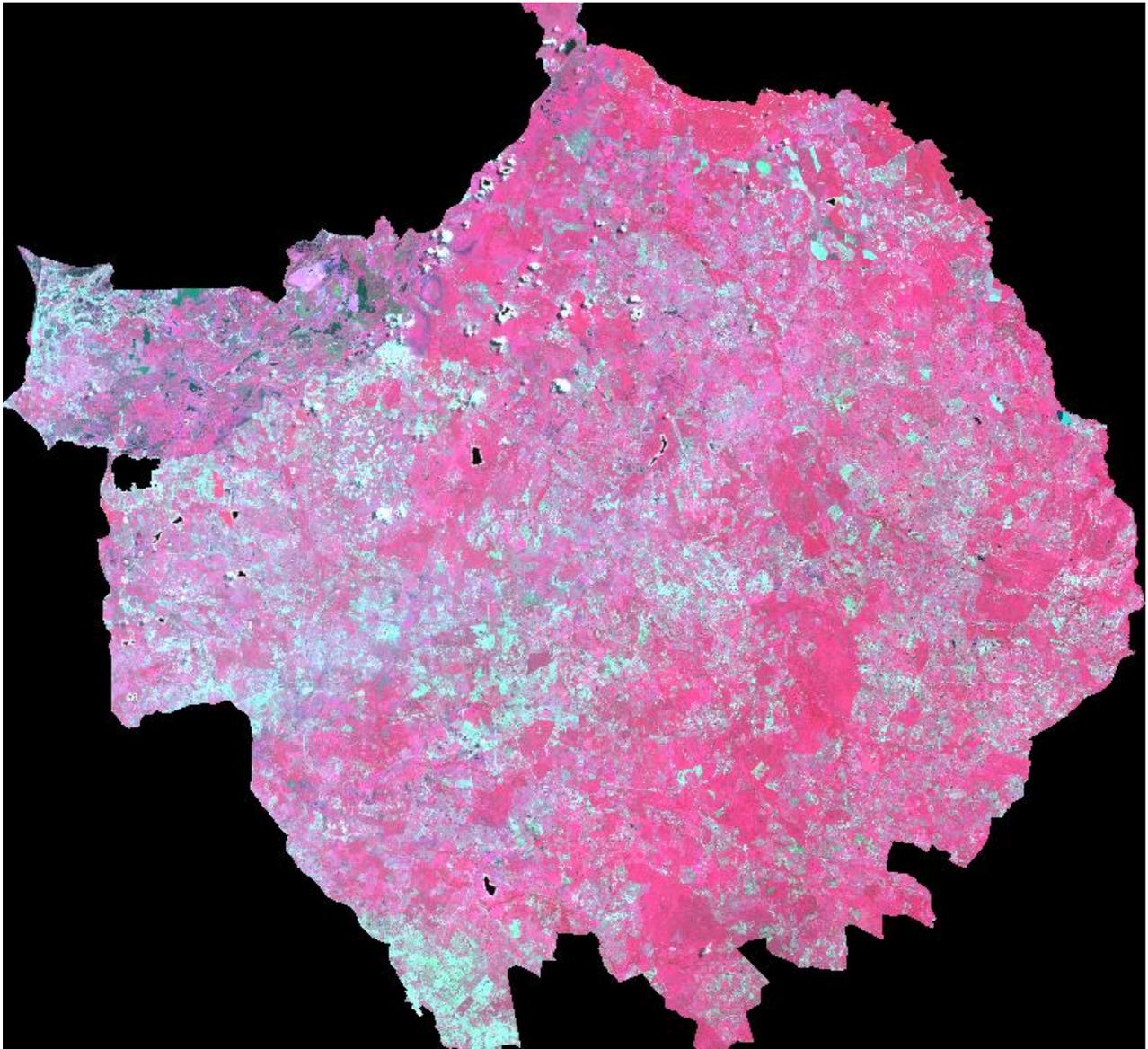
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. In *Fao* (Edición en). División de Comunicación de la FAO.
- Suzán-Azpiri, H., Poncegonzález, O. O., Maldabarrera, G. X., Cambrónsandoval, V. H., & Carrilloangeles, I. G. (2017). Edge effect on the population structure and the reproductive success of two *Bursera* species. *Botanical Sciences*, *95*(1), 9–22. <https://doi.org/10.17129/botsci.775>
- Thomas, E., Jalonen, R., Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P., & Bozzano, M. (2014). Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, *333*(2014), 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.015>
- Tiang, D. C. F., Morris, A., Bell, M., Gibbins, C. N., Azhar, B., & Lechner, A. M. (2021). Ecological connectivity in fragmented agricultural landscapes and the importance of scattered trees and small patches. *Ecological Processes*, *10*(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00284-7>
- Unidad de Víctimas. (2021). *Reporte víctimas de desplazamiento anualizado. Ocurrencia y llegada*. unidaddevictimas.gov.co
- UPRA. (2017). *Identificación General de la Frontera Agrícola en Colombia* (F. Fonseca-Fino, L. M. Arévalo-Sánchez, & R. León-Cruz (eds.)). MADS, UPRA.
- Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, Á., Solarte, L. H., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Galindo, W. F., González, J. G., Sinisterra, J. A., Gómez, J. C., Molina, E. J., Galindo, A., Galindo, V. A., & Soto, R. (2011). *Establecimiento y manejo de Sistemas Silvopastoriles. Manual 1. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible* (p. 78). GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCIÓN, TNC.
- Vainio, A., Paloniemi, R., & Hujala, T. (2018). How are forest owners' objectives and social networks related to successful conservation? *Journal of Rural Studies*, *62*(June), 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.009>
- Vargas, W. G. (2015). Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, *18*(1), 47–70. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a03>
- Wu, J. (2013). Key concepts and research topics in landscape ecology revisited : 30 years after the Allerton Park workshop. *Landscape Ecol*, *28*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9836-y>
- Yepes, F. (2001). Ganadería y transformación de ecosistemas: un análisis ambiental de la política de apropiación territorial. In *Naturaleza en Disputa: Ensayos de Historia Ambiental de Colombia 1850-1995* (pp. 119–164). Universidad Nacional de Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/46808/24/9587010760.capitulo3.pdf>
- Zambrano, J., Cordeiro, N. J., Garzon-Lopez, C., Yeager, L., Fortunel, C., Ndangalasi, H. J., & Beckman, N. G. (2020). Investigating the direct and indirect effects of forest fragmentation on plant functional diversity. *PLoS ONE*, *15*(7), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235210>
- Zermeño-Hernández, I., Méndez-Toribio, M., Siebe, C., Benítez-Malvido, J., & Martínez-Ramos, M.

(2015). Ecological disturbance regimes caused by agricultural land uses and their effects on tropical forest regeneration. *Applied Vegetation Science*, 18(3), 443–455.
<https://doi.org/10.1111/avsc.12161>

Zuluaga, A., & Etter, A. (2016). Áreas aptas para la actividad ganadera en Colombia (p. BIODIVERSIDAD: 102, 407).

ANEXOS

ANEXO 1. Composición de bandas RGB843 usada como base para la fotointerpretación del área de estudio. Fuente: la autora basada en las bandas de una imagen Sentinel 2 del 08 de agosto del 2021.



ANEXO 2. Tablas de los criterios que compone cada uno de los indicadores de la EAP.

I. Conexión con la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (CEEP)

Tabla A2-1. Descripción de los criterios que componen la CCEP. Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
DF	Porcentaje del promedio entre los fragmentos de vegetación presentes en el área de influencia (AI) y el centro de la finca con respecto a la distancia más extrema del área de influencia.	Alto: 20 % a 30%	10
		Medio - alto: 31% a 40%	8
		Medio: 41% a 60%	6
		Medio-bajo: 61% a 80%	3
		Bajo: > 81%	0
DA	Porcentaje del promedio entre los cuerpos de agua presentes en el área de influencia (AI) y el centro de la finca con respecto a la distancia más extrema del área de influencia.	Alto: 20 % a 30%	10
		Medio - alto: 31% a 40%	8
		Medio: 41% a 60%	6
		Medio-bajo: 61% a 80%	3
		Bajo: > 81%	0
D	Porcentaje del área total cubierta por los fragmentos de vegetación natural (arbustales, herbazales y/o bosques) y cuerpos de agua presentes en el área de influencia.	Alto: 20 % a 30%	10
		Medio - alto: 31% a 40%	8
		Medio: 41% a 60%	6
		Medio-bajo: 61% a 80%	3
		Bajo: > 81%	0

II. Diversidad de los Conectores Externos (DCE) y Diversidad de los Conectores Internos (DCI)

Tabla A2-2. Ponderación de los niveles de riqueza en los conectores externos e internos de las fincas ganaderas. Fuente: León-Sicard 2021.

Clasificación <i>Rr</i>		Ponderación
Rma	Riqueza muy alta: con diez o más especies	10
Ra	Riqueza alta: entre seis y nueve especies	8
Rm	Riqueza media: entre cuatro y cinco especies	6
Rb	Riqueza baja: entre dos y tres especies	3
Rmb	Riqueza muy baja: con una sola especie	0

Tabla A2-3. Ponderación del nivel de estratificación en los conectores externos e internos de las fincas ganaderas. Fuente: León-Sicard 2021.

Clasificación <i>Ee</i>	Ponderación
-------------------------	-------------

Ema	Estratificación muy alta: cinco a seis estratos	10
Ea	Estratificación alta: cuatro estratos	8
Em	Estratificación media: tres estratos	6
Eb	Estratificación baja: dos estratos	3
Emb	Estratificación muy baja: un solo estrato	0

III. Prácticas de Manejo Ganadero (PMg)

Tabla A2-4. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Preparación del suelo (PS). Fuente: León-Sicard 2021.

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
		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

Tabla A2-5. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Arreglo del Sistema (AS). Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Arreglo del sistema	Sistema silvopastoril, diversidad de gramíneas y leguminosas, árboles dispersos, bancos de germoplasma.	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

Tabla A2-6. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Rotación de Potreros.
Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Rotación de Potreros	Sistema de pastoreo, tiempo y 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

		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.	0
--	--	--	---

Tabla A2-7. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Manejo del Agua. Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Rotación de Potreros	Sistema de pastoreo, tiempo y 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
		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.	0

Tabla A2-8. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Manejo Sanitario. Fuente: León-Sicard 2021.

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, endotocidas y otras drogas sintéticas, en dosis muy superiores a las recomendadas.	0

IV. Capacidad de Acción (CA)

Tabla A2-9. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Capacidad Financiera (CEF). Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Capacidad Económica y Financiera (CEF)	Ingresos, ahorros, capacidad de crédito y accesos 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

Tabla A2-10. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Capacidad Logística (CL). Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Capacidad Logística	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 mantener coberturas y en las cercanías hay viveros con alta oferta de plantas diversas.	10
		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

Tabla A2-11. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador Capacidad de Gestión (CG). Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Capacidad de Gestión (CG)	Relaciones institucionales, asociatividad, información y planeación.	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
		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

Tabla A2-12. Descriptores, categorías de evaluación y valor del indicador de Acceso Asistencia Técnica y Capacitación (AATC). Fuente: León-Sicard 2021.

Indicador	Descripción	Categorías de Evaluación	Valor
Acceso a Asistencia Técnica Agroecológica	Oferta, calidad, frecuencia, acceso.	Muy alto AATC: 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 AATC: 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 AATC: 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 AATC: poca o muy poca oferta de asistencia técnica o programas orientados a la agrobiodiversidad, de difícil acceso y escasa frecuencia.	3
		Muy bajo AATC: no hay oferta de asistencia técnica ni presencia de instituciones de fomento con oferta de programas orientados a la agrobiodiversidad.	0

Anexo 3. Guía de preguntas para la realización de las entrevistas semiestructuradas con los productores ganaderos de Pivijay.

I. Cartografía social: Identificación de los usos del suelo

Preparación de un insumo para identificar los usos del suelo

¿Qué motiva la elección de cada sitio para cada tipo de uso del suelo?

¿Se ha detectado degradación del suelo?

Sectores de la finca que se inundan

II. Prácticas de manejo:

Agrícola:

¿Se cultiva en la finca o hay una dedicación exclusiva a la ganadería?

Si sí se cultiva: preguntar por las semillas, la preparación del suelo, fertilización y manejo fitosanitario.

Ganaderas:

¿Cómo es el manejo del hato?

¿Se prepara el suelo de las áreas destinados a los potreros? ¿Cómo?

¿Cuáles especies de pastos utilizan?

¿Se conservan especies de árboles en los potreros? Si sí, ¿Por qué esas especies?

Arreglos del sistema: tipo de arreglo forestal-gramínea

¿Cuánto tiempo permanecen los animales en los potreros? ¿Hay aforos?

¿Cómo es el manejo del agua y los bebederos para los animales? ¿Se realizan análisis?

¿Cuáles enfermedades atacan al ganado y cómo se controlan? ¿Cuáles medicamentos se utilizan?

¿Suplementos para los animales?

III. Prácticas de conservación:

¿Existen prácticas de conservación de la biodiversidad, del agua o del suelo adicionales?

¿Conservación de la BD del bosque seco?

Percepción-Conciencia-Conocimiento:

¿Por qué es importante la conservación de la agrobiodiversidad?

Parches salinos

¿Qué beneficios percibe de ella?

Capacidad de Acción:

¿Disposición a implementar prácticas que promuevan la agrobiodiversidad?

¿Qué dificultades percibe?

¿Hay asistencia técnica y/o recursos disponibles que permitan la transición?

¿Cuál es su percepción sobre la institucionalidad encargada de los temas rurales?

IV. Otros aspectos de la agrobiodiversidad

Percepción sobre el clima y a posibilidad de seguir haciendo ganadería a futuro

¿Perciben algunos SE provenientes de la agrobiodiversidad o de las remanentes en el paisaje?

Historia del uso del suelo: ¿Cómo se ha transformado y cuáles son las principales actividades que han llevado a los cambios?

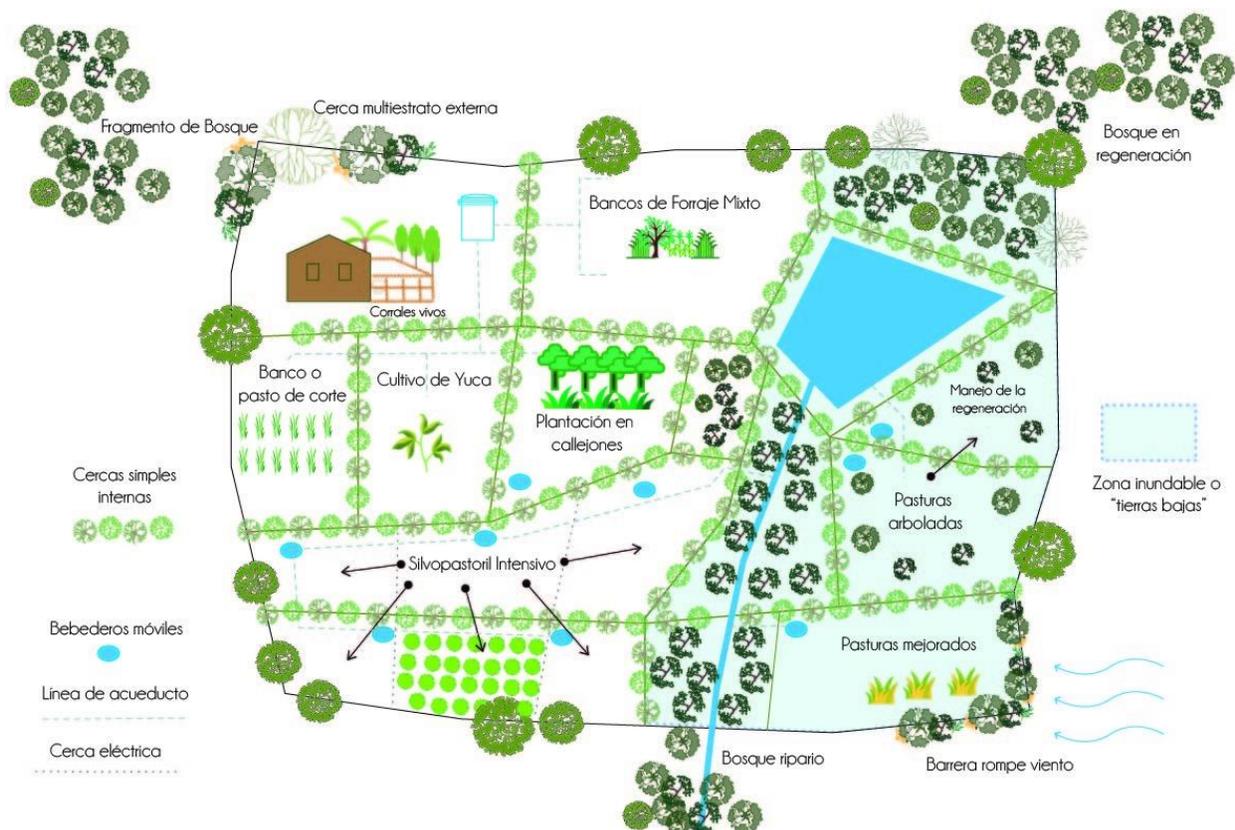
¿Cómo observa la dinámica de la vegetación? ¿Se recupera sola o no?

¿Posibilidad y/o interés en establecer un vivero? ¿Fuentes de propágulos?

¿Existen algunas organizaciones ambientales, grupos, instituciones académicas que estén trabajando en el tema de la conservación del bs-T?

¿Percepción de los vecinos con los que se comparten los linderos? ¿Posibilidad de trabajar juntos?

Anexo 4. Red de códigos en Atlas Ti, sobre el cual se basa el análisis de los factores culturales de la EAP.



Anexo 6. Identificación taxonómica de todas las especies encontradas en los conectores de los agroecosistemas.

FAMILIA	ESPECIE	Estatus	AUTOR
ANACARDIACEAE	<i>Astronium fraxinifolium</i>	sp.	Schot
	<i>Mangifera indica</i>	sp.	L.
	<i>Spondias mombin</i>	sp.	L.
	<i>Spondias purpurea</i>	sp.	L.
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	sp.	Jacq.
ANNONCEAE	<i>Annona muricata</i>	sp.	L.
ARECACEAE	<i>Attalea butyracea</i>	sp.	(Mutis ex L. f.) Wess. Boer
	<i>Bactris guineensis</i>	sp.	(L.) H.E. Moore
BIGNONIACEAE	<i>Crescentia cujete</i>	sp.	L.
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	sp.	(Jacq.) S.O. Grose
	<i>Handroanthus coralibe</i>	sp.	(Standl.) S.O. Grose
	<i>Handroanthus guayacan</i>	sp.	(Seem.) S.O. Grose
	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	sp.	(Mart. ex DC.) Mattos

	<i>Handroanthus ochraceus</i>	sp.	(Cham.) Mattos
	<i>Tamarindus indica</i>	sp.	L.
	<i>Indet.</i>		
BORAGINACEAE	<i>Bourreria cumanensis</i>	sp.	(Loefl.) O.E. Schulz
	<i>Tournefortia angustiflora</i>	aff.	Ruiz & Pav.
CACTACEAE	<i>Pereskia guamacho</i>	sp.	F.A.C. Weber
CAPPARACEAE	<i>Capparidastrum frondosum</i>	cf.	(Jacq.) Cornejo & Iltis
	<i>Crateva tapia</i>	sp.	L.
	<i>Quadrella odoratissima</i>	sp.	(Jacq.) Hutch.
CORDIACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	sp.	(Ruiz & Pav.) Cham.
	<i>Cordia collococa</i>	sp.	Aubl.
	<i>Cordia dentata</i>	sp.	Poir.
	<i>Cordia lutea</i>	sp.	Lam.
	<i>Cordia tetrandra</i>	aff.	Aubl.
	<i>Cordia sp.</i>	g.	L.
COMBRETACEAE	<i>Terminalia lucida</i>	aff.	Hoffmanns. ex Mart. & Zucc.
DILLENiaceae	<i>Tetracera volubilis</i>	sp.	L.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum carthagenense</i>	sp.	Jacq.
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea discolor</i>	aff.	Poepp.
	<i>Hura crepitans</i>	sp.	L.
	<i>Croton malambo</i>	sp.	H. Karst.
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i>	sp.	Humb. & Bonpl. ex Willd.
	<i>Acacia sp1.</i>	g.	Mill.
	<i>Acacia sp2.</i>	g.	Mill.
	<i>Albizia lebbeck</i>	sp.	(L.) Benth.
	<i>Albizia niopoides</i>	sp.	(Spruce ex Benth.) Burkart
	<i>Caesalpinia sp.</i>	g.	L.
	<i>Cassia grandis</i>	sp.	L. f.
	<i>Chloroleucon mangense</i>	sp.	(Jacq.) Britton & Rose
	<i>Crotalaria pallida</i>	sp.	Aiton.
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	sp.	(Jacq.) Griseb.
	<i>Gliricidia sepium</i>	sp.	(Jacq.) Kunth ex Walp.
	<i>Inga sp.1</i>	g.	Mill.
	<i>Inga sp.2</i>	g.	Mill.
	<i>Libidibia coriaria</i>	sp.	(Jacq.) Schltld.
	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	sp.	Kunth
	<i>Machaerium goudoti</i>	sp.	Benth.
	<i>Machaerium moritzianum</i>	sp.	Benth.

	<i>Machaerium mutisii</i>	sp.	Killip ex Rudd
	<i>Machaerium sp.</i>	g.	Pers.
	<i>Pithecellobium roseum</i>	sp.	(Vahl) Barneby & J.W. Grimes
	<i>Pithecellobium dulce</i>	sp.	(Roxb.) Benth.
	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	sp.	(L.) Benth.
	<i>Pithecellobium sp.</i>	g.	Mart.
	<i>Platyiscium sp.</i>	g.	Vogel
	<i>Prosopis juliflora</i>	sp.	(Sw.) DC.
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	sp.	Jacq.
	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	sp.	Rose
	<i>Samanea saman</i>	sp.	(Jacq.) Merr.
	<i>Senna atomaria</i>	sp.	(L.) H.S. Irwin & Barneby
	<i>Senna multijuga</i>	sp.	(Rich.) H.S. Irwin & Barneby
	<i>Senna papillosa</i>	aff.	(Britton & Rose) H.S. Irwin & Barneby
	<i>Senna sp.</i>	g.	Mill.
	<i>Vachellia macracantha</i>	aff.	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger
RUTACEAE	<i>Swinglea glutinosa</i>	sp.	(Blanco) Merr.
LAMIACEAE	<i>Gmelina arborea</i>	sp.	Roxb. ex Sm.
	<i>Vitex divaricata</i>	sp.	Sw.
LECYTHIDACEAE	<i>Lecythis mesophylla</i>	sp.	S.A. Mori
	<i>Lecythis minor</i>	sp.	Jacq.
LOGANIACEAE	<i>Spigelia scabra</i>	sp.	Cham. & Schltld.
MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	sp.	L.
	<i>Bunchosia odorata</i>	sp.	(Jacq.) DC.
	<i>Byrsonima sp.</i>	g.	Rich. ex Kunth
MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i>	sp.	(L.) Gaertn.
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	sp.	Lam.
	<i>Sterculia apetala</i>	sp.	(Jacq.) H. Karst.
	<i>Pochota fendleri</i>	sp.	(Seem.) W.S. Alverson & M.C. Duarte
MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i>	sp.	A. Juss.
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	aff.	Sw.
	<i>Ficus pallida</i>	aff.	Vahl
	<i>Ficus ypsilophlebia</i>	sp.	Dugand
	<i>Ficus pertusa</i>	aff.	L. f.
	<i>Ficus popenoei</i>	aff.	Standl.
	<i>Ficus sp. 1</i>	g.	L.
	<i>Ficus sp. 2</i>	g.	L.
	<i>Maclura tinctoria</i>	sp.	(L.) D. Don ex G. Don
	<i>Sorocea sprucei</i>	sp.	(Baill.) J.F. Macbr.
	<i>Trophis racemosa</i>	sp.	(L.) Urb.
MYRTACEAE	<i>Calyptanthus chytraculia</i>	sp.	(L.) Sw.
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira fragrans</i>	sp.	(Dum. Cours.) Little

	<i>Neea virens</i>	sp.	Poepp. ex Heimerl
OCHNACEAE	<i>Ouratea guildingii</i>	sp.	(Planch.) Urb.
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acuminata</i>	aff.	Kunth
	<i>Coccoloba coronata</i>	sp.	Jacq.
	<i>Coccoloba obovata</i>	sp.	Kunth
	<i>Coccoloba uvifera</i>	sp.	(L.) L.
	<i>Ruprechtia costata</i>	sp.	Meisn.
	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	sp.	(Jacq.) C.A. Mey.
RUBIACEAE	<i>Genipa americana</i>	sp.	L.
	<i>Randia aculeata</i>	sp.	L.
	<i>Randia armata</i>	sp.	(Sw.) DC.
	<i>Randia dioica</i>	sp.	H. Karst.
SALICACEAE	<i>Casearia arborea</i>	sp.	(Rich.) Urb.
	<i>Casearia corymbosa</i>	sp.	Kunth
	<i>Casearia tremula</i>	sp.	(Griseb.) Griseb. ex C. Wright
SAPINDACEAE	<i>Cupania latifolia</i>	sp.	Kunth
	<i>Matayba scrobiculata</i>	sp.	Radlk.
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	sp.	Jacq.
	<i>Melicoccus oliviformis</i>	sp.	Kunth
SAPOTACEAE	<i>Manilkara sapota</i>	sp.	(L.) Van Royen
	<i>Pouteria sapota</i>	sp.	(Jacq.) H.E. Moore & Stearn
VIOLACEAE	<i>Rinorea ulmifolia</i>	sp.	Kuntze
ZYGOPYLLACEAE	<i>Bulnesia arborea</i>	sp.	(Jacq.) Engl.
	<i>Guaiaicum officinale</i>	sp.	L.
	<i>Guaiaicum sp.</i>	g.	L.

Anexo 7. Métricas del paisaje de los fragmentos priorizados en el área de estudio.

N° Fragmento	Área total (ha)	Área núcleo (ha)	Radio de Giro	Índice de Foma	Cantidad de áreas núcleo	Distancia al fragmento de bosque más cercano (m)	Índice de Contraste	ÍNDICE DE CALIDAD ECOLÓGICA
1	776.69	522.14	1376.7263	16.3136	111	200	88.9328	444.292
2	134.99	83.93	645.4357	8.3605	30	200	64.8383	513.0705
3	56.55	34.01	523.9692	5.7483	14	200	99.4355	1555.311
4	33.49	19.08	272.5085	4.819	6	200	87.3256	219.0021
5	25.37	7.92	302.866	7.2277	21	200	66.6575	194.5909
6	54.3	24.37	511.7224	8.5405	34	200	81.2263	652.8879
7	49.59	26.06	453.0798	6.5745	8	200	86.1974	857.8835
8	190.59	100.35	859.6997	12.5704	56	200	74.7602	189.0819

9	31.04	12.1	275.2661	6.7679	25	200	55.1319	877.8599
10	411.27	206.28	1419.3603	19.3448	136	200	69.6741	284.8725
11	70.83	33.84	559.8057	8.3432	27	200	68.9184	231.3562
12	43.65	22.17	355.8528	6.3008	11	200	79.4511	379.5169
13	208.94	114.31	820.748	12.269	62	200	69.4435	394.2448
14	52.38	25.82	439.2906	7.1793	20	200	58.0451	443.4066
15	23.72	8.35	299.4261	6.8265	14	200	76.5022	1000.9874
16	52.44	32.38	318.7636	5.1241	9	200	74.0444	218.1004
17	41.01	21.71	310.2123	6.4729	12	200	58.6228	262.2233
18	30.48	12.09	302.6091	7.009	13	200	83.6311	259.7724
19	233.48	116.06	965.9512	16.0752	82	200	77.099	1806.2471
20	30.1	15.19	246.421	5.2909	7	200	52.311	218.077