

**Los árboles dispersos en el corredor ecológico Bogotá Villavicencio. Una aproximación
hacia su funcionalidad.**

Iván Ramírez Leguizamón

Directora

Andrea García Cabana

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Agroforestal

2024

Nota de Aceptación

Firma directora

Firma del jurado

2025

Agradecimientos

El proceso de construcción de la tesis ha representado un camino a través del campo de la investigación representada en diferentes niveles, en los cuales el autor expresa sus más sinceros agradecimientos por placer de compartir y aprender en diferentes espacios de fundamentación en torno a la agroforestería y del trabajo comunitario. De esta manera realizo mis gratitudes hacia los propietarios y vivientes en los predios evaluados.

Agradezco a Fundación Natura. A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, y su Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Al profesor Raúl García por su acompañamiento en las jornadas de campo, y el aprendizaje brindado sobre el medio y sus florestas. A la líder nacional de la cadena agroforestal, doctora Andrea García Cabana, A Camilo Forero Vargas, coordinador del proyecto.

Infinitos agradecimientos a los compañeros de Fundación Natura y el proyecto CEVBV. Guillermo Rozo y Nicolás Duran (QEPD), por su gran amistad y compañerismo en las jornadas de campo. Al botánico Nicolás Castaño, al pteridólogo y especialista en la familia Lauraceae, Henk van der Werff. A Luis Eduardo Acosta Muñoz por ser un ejemplo generador de cambio descubriendo el conocimiento al interior de las sociedades bosquesinas. Gran reconocimiento a Katherine Torres por su inconmensurable apoyo, consejo y compañía. A mi gran amigo y colega Misael Rodríguez le agradezco el compartir las inigualables jornadas constructivas de dialogo sobre los bosques. Igualmente, a Pablo De La Cruz, y Harol Rincón Ipuchima.

Resumen

Dentro de los criterios de clasificación agroforestal se encuentran los árboles dispersos en sistemas productivos, para comprender mejor sus dinámicas, composición y su aporte en la función productiva, se realiza el análisis de patrones ecológicos y el papel que desempeñan las especies al interior de sistemas agropecuarios, en el presente estudio se conjugan estos dos factores. El desarrollo de este proyecto se realiza en 4 municipios integrados en la provincia de oriente del departamento de Cundinamarca, Colombia (Chipaqué, Cáqueza, Quetame y Guayabetal). Estos componen el corredor entre las ciudades de Santa fe de Bogotá y Villavicencio (Corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio -CEVBV¹-). En la etapa de trabajo de campo se colectó información de carácter dasométrico y referenciando geográficamente a los individuos arbóreos dispersos con $DAP \geq 10$ cm, en 32 predios ubicados en los municipios antes mencionados. Como producto se presenta el análisis estructural de las especies dispersas en sistemas productivos, índices de diversidad; por último, a partir de la georreferenciación y caracterización de los individuos se determina su funcionalidad en los sistemas productivos.

Con este aporte se contribuye a enriquecer la línea base de información ambiental del área que incluye el presente estudio, y aporta al conocimiento de las dinámicas ecosistémicas

¹ Término acuñado por la estrategia de restauración ecológica en el marco de compensación ambiental debido a la ejecución del proyecto vial entre Cundinamarca y la Orinoquia (Corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio).

relacionadas al uso de árboles dispersos en sistemas productivos, así mismo aporta información para proyectos de restauración ecológica.

Palabras claves: Sistemas Agroforestales, análisis estructural, Funcionalidad Ecológica, Caracterización, Corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio.

Abstract

Among the agroforestry classification criteria are dispersed trees in productive systems. To better understand their dynamics, composition, and contribution to productive functions, an analysis of ecological patterns and the role that species play within agricultural systems is carried out. These two factors are combined in the present study. This project is being developed in four municipalities located in the eastern province of the department of Cundinamarca, Colombia (Chipaque, Cáqueza, Quetame, and Guayabetal). These municipalities comprise the corridor between the cities of Santa Fe de Bogotá and Villavicencio (Bogotá Villavicencio Ecological Road Corridor - CEVBV -). During the fieldwork stage, dasometric information was collected, geographically referencing dispersed tree individuals with $DBH \geq 10$ cm, in 32 properties located in the aforementioned municipalities. The results include a structural analysis of dispersed species in production systems and diversity indices. Finally, through georeferencing and characterization of individual species, their functionality in production systems is determined.

This contribution contributes to enriching the baseline of environmental information for the area covered by this study and contributes to understanding ecosystem dynamics related to the use of dispersed trees in production systems. It also provides information for ecological restoration projects.

Keywords: Agroforestry Systems, structural analysis, Ecological Functionality, Characterization, Ecological Corridor Bogotá Villavicencio.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Problema	15
Justificación	17
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Marco Conceptual y Teórico	21
Sistemas Agroforestales en el CEVBV.....	22
Árboles en Parcelas de Cultivo	24
Árboles con Cultivos Perennes	24
Cercas Vivas.....	24
Árboles y Arbustos Dispersos en Potreros.....	25
Funcionalidad de los SAF.....	27
Análisis de las Dinámicas Ecosistémicas en Árboles Dispersos.....	29
Planes de Ordenación en el Territorio del Oriente Cundinamarqués	32
Contexto Geográfico y Productivo del Área de Estudio.....	36
Descripción del Área de Estudio.....	38
Metodología	41

Levantamiento de Variables Dasométricas	41
Caracterización Vegetal	43
Medición de la Biodiversidad	44
Densidad.....	44
Cobertura.....	45
Frecuencia	45
Índice de Valor de Importancia.....	46
Índices de Diversidad.....	47
Índice de Shannon.....	47
Índice de Simpson.....	48
Índice de Similitud de Jaccard.....	49
Criterio Funcional	49
Resultados.....	51
Análisis Estructural.....	51
Índices de Shannon, Simpson y Jaccard	58
Clasificación Criterio Funcional	62
Conclusiones.....	71
Referencias.....	73

Apéndices..... 77

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Conceptos de la Agroforestería</i>	21
Tabla 2 <i>Coberturas Agrícola, Pecuaria y Forestal en Relación con la Extensión Total del Municipio</i>	37
Tabla 3 <i>Fincas Inventariadas en Cada Municipio.</i>	38
Tabla 5 <i>Fórmulas para Estimar Índices de Importancia.</i>	47
Tabla 6 <i>Familias Identificadas y Total de Familias Encontradas por Municipio</i>	51
Tabla 7 <i>Especies Identificadas por Municipio y por Carácter de Procedencia.</i>	52
Tabla 8 <i>Especies por Familia en Cada Municipio.</i>	52
Tabla 9 <i>IVI Para las Diez primeras Especies en el Municipio de Chipaque.</i>	53
Tabla 10 <i>IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Cáqueza</i>	54
Tabla 11 <i>IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Quetame.</i>	55
Tabla 12 <i>IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Guayabetal.</i>	57
Tabla 13 <i>Índices de Diversidad Alfa.</i>	58
Tabla 14 <i>Funcionalidad de 8 Especies de Importancia Estructural en el Predio Cristo Rey.</i>	64
Tabla 15 <i>Funcionalidad de 7 Especies de Importancia Estructural en el Predio La Veguita.</i>	66
Tabla 16 <i>Funcionalidad de 7 Especies de Importancia Estructural en el Predio La Maravilla.</i> ..	68
Tabla 17 <i>Funcionalidad Para las 8 Primeras Especies en el Predio La Primavera, Guayabetal.</i>	70

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Definiciones para los Sistemas Constituidos por Árboles.</i>	26
Figura 2 <i>Municipios y Veredas del Presente Estudio.</i>	36
Figura 3 <i>Diámetros de la Copa para Determinar el Área de Cobertura por Individuo y Especie</i>	42
Figura 4 <i>Modelo de Formato para la Consignación de Información en Campo.</i>	43
Figura 5 <i>Comparativo de los Índices de Diversidad por Municipio.</i>	59
Figura 6 <i>Dendrograma de la Semejanza en Cuanto a Presencia de Especies Entre los Cuatro</i> <i>Municipios.</i>	61
Figura 7 <i>Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de</i> <i>Especies en el Municipio de Chipaque.</i>	63
Figura 8 <i>Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de</i> <i>Especies en el Municipio de Cáqueza.</i>	65
Figura 9 <i>Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de</i> <i>Especies en el Municipio de Quetame.</i>	67
Figura 10 <i>Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de</i> <i>Especies en el Municipio de Guayabetal.</i>	69

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Georreferenciación de los 32 predios evaluados</i>	77
---	----

Introducción

Una de las acciones más significativas en mitigación del cambio climático es la restauración y reforestación en áreas disturbadas; se pueden nombrar cualidades como las que caracterizan a las ramas y hojas de los árboles, las cuales se interponen, absorben y reflejan la radiación solar, formando microclimas controlando así altas temperaturas. Otra característica importante es la evapotranspiración, esta aporta a la regulación hídrica en el ambiente. Son muchos los beneficios y atributos que la vegetación arbórea aporta en la regulación climática para cualquier ecosistema.

En los Andes colombianos se encuentran diversos ecosistemas en los cuales se observa una fuerte intervención del hombre, por consiguiente, se genera una gran presión sobre las coberturas naturales, lo cual produce fragmentación de bosques, áreas con ausencia de vegetación, áreas con monocultivos y pastos para ganadería, procesos de erosión, y cuencas hidrográficas intervenidas y contaminadas. Es aquí donde el análisis estructural de estos sistemas juega un papel fundamental, puesto que plantea metodologías y diseños aplicados a la investigación del medio, para determinar características y funciones de las especies, potenciando su función ecológica y agregando criterios para su sostenibilidad

Los árboles dispersos aportan significativamente en aspectos relacionados a la ecología del paisaje y al mismo tiempo ofreciendo diversas utilidades para el ser humano. Su presencia genera beneficios en suelos que en su mayoría cuenta con presencia o trazas de agentes químicos y daños mecánicos y de perfil. Dan cobertura proporcionando estaciones de sombra que beneficia al mosaico de vegetación, y a las actividades antrópicas. Por lo anterior surge la necesidad de profundizar y enriquecer el conocimiento sobre sistemas productivos con estas

características, es importante descubrir las dinámicas funcionales en estos sistemas, puesto que este modelo de sistemas agroforestales y agropecuarios ofrecen los beneficios que priman hoy en día, la productividad y la conservación.

Proyectos como el Corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio, promueven el fortalecimiento de la cobertura vegetal mediante la entrega y apoyo en la identificación de las potencialidades del diverso inventario de especies arbóreas presentes en sus diferentes pisos térmicos. El objetivo del componente investigativo del proyecto es contribuir en la evaluación de las características ecosistémicas de árboles dispersos, mediante la caracterización, cuantificación, y estimación de indicadores de diversidad biológica, con el fin de conocer los usos ecológicos y productivos presentes en las especies de la región, y su papel en los corredores de cobertura arbórea.

El presente estudio se realizó en el marco del proyecto “Mitigación de emisiones gases de efecto Invernadero (GEI) en estrategias agroforestales, alrededor de la implementación del Corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio” CEVBV. En el marco de este proyecto se realiza un convenio entre fundación Natura y la UNAD con el fin de cooperar en el componente investigativo, producto de la alianza se realiza el presente trabajo de tesis

Problema

Colombia es un país tropical, considerado megadiverso, que presenta diferentes relieves como consecuencia de procesos orogénicos que han levantado el sistema cordillerano andino (Restrepo 2016). Las condiciones climáticas y topográficas han contribuido a que se presenten diferentes pisos térmicos, en donde buena parte de la biodiversidad se desarrolla y concentra en ecosistemas que conforman paisajes de alta montaña (Van der Hammen & Rangel, 1997). Los factores climáticos y topográficos, tan diversos, han contribuido a que se formen paisajes altamente heterogéneos, en términos de biodiversidad (Van der Hammen, 1995; Gentry, 1982 – Tomado de Restrepo 2016). En particular la zona andina, caracterizada como cordillerana, ha sido una de las regiones colombianas donde se han desarrollado diferentes actividades económicas y culturales, lo que ha generado un incremento desordenado en la demografía de la región, con grandes amenazas (Min Ambiente et al., 2002). El factor de desarrollo económico y cultural acelerado, sumado a la falta de planificación territorial, ha generado un incremento de las amenazas y la vulnerabilidad, como es, entre otras, la transformación y destrucción de las coberturas vegetales presentes en la región andina (Castaño - Uribe, 1991; Cavelier, 1991; Van der Hammen & Rangel, 1997). El corredor ecológico Bogotá – Villavicencio en su geografía se caracteriza por ser una cordillera que se transforma en piedemonte llanero, por esta razón su diversidad biológica aumenta gracias al amplio espectro altitudinal, climático y edafológico.

La pérdida de cobertura para el establecimiento de actividades humanas en el corredor ecológico entre Bogotá y Villavicencio genera fragmentación de la cadena que forman diversos ecosistemas, así como la pérdida de diversidad biológica. Es importante generar información de carácter técnico sobre las coberturas naturales, o con algún grado de intervención antrópica, con

el fin de conocer el estado de la diversidad arbórea tanto natural como productiva. La caracterización agroforestal cuenta con los elementos teórico- prácticos para entender mejor las dinámicas que traen múltiples beneficios, la caracterización además de ayudar a comprender, genera fortalezas en los productores mediante la fundamentación de prácticas en donde se conocen los múltiples factores que en ella intervienen.

En los cuatro municipios donde se realizaron los levantamientos de campo (Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal), se evidencia déficit de información de tipo técnico en la cual se estimen datos de caracterización de cobertura y estadísticas de importancia de las especies presentes. A causa de desconocer información de las especies arbóreas, genera dificultad para trabajar procesos de conservación. (según Fundación Natura las actividades productivas en el CEBV son agropecuarias e históricamente han generado degradación de las coberturas vegetales). Además, no se cuenta con información técnica sobre la orientación funcional y productiva de las especies dispersas en sistemas productivos.

Conociendo la composición, estructura y funcionalidad de los árboles dispersos se promueven herramientas que fortalecen este tipo de prácticas que mejoran las condiciones del paisaje. Estas técnicas de investigación mediante su fundamentación teórica y práctica generan capacidades y fortalezas técnicas en el sector agrario, agregándose a la lista de elementos que integran la planificación del territorio, y viendo la necesidad que requiere el mejoramiento en las prácticas productivas debido a la necesidad de dejar atrás el modelo devastador del medio ambiente que fue la revolución verde.

Justificación

Según Ospina (2008) la caracterización agroforestal hace parte integral de un proceso de conocimiento o interpretación orientado al fortalecimiento de la práctica agroforestal de las familias y comunidades rurales. La caracterización agroforestal debe contextualizar las características intrínsecas de las tecnologías agroforestales con su entorno, como lo es la finca y localidad o región. De igual manera, debe estudiar la integralidad de aspectos que hacen parte de las tecnologías agroforestales y su contexto específico. Se puede afirmar que la agroforestería, como área del conocimiento, es la que “descubre” los sistemas agroforestales o las tecnologías agroforestales, como parte de un todo (Ospina 2008). Decir esto podría lucir muy obvio en este tiempo, pero es importante en la medida que la caracterización visibiliza aspectos que eran inexistentes antes del surgimiento de ella, debido a que la ingeniería agronómica, ingeniería forestal y zootecnia no se ocuparon de ello. También es obvio decir que, para las culturas agroforestales de América tropical, la práctica de la agroforestería es tan antigua como el viento y los volcanes.

La clasificación general agroforestal² consiste en la asignación de categorías o tipificación para el análisis sistemático de tecnologías agroforestales en fincas y territorios comunitarios. La tipificación es posterior al proceso de caracterización agroforestal. La

²También se pueden clasificar tecnologías agroforestales a partir de ejes temáticos diversos (de acuerdo con las zonas climáticas, relieve, ecorregiones, arreglos espaciotemporales, socioeconómicas, productos y servicios, etc.).

clasificación es útil durante el proceso de planificación agroforestal. En agroforestería se conoce cuatro criterios generales de clasificación: socioeconómico, estructural, funcional y ecológico (Nair 1985. Tomado de Ospina 2004).

El carácter de este estudio es la investigación de dinámicas ecológicas y productivas entre las especies arbóreas que hacen parte de los sistemas productivos, Como se nombra en el marco teórico, y tomando la clasificación de la ONU, la clase de sistema agroforestal predominante en el área de estudio es: **Árboles y arbustos dispersos en potreros**. Seguido de: **Árboles con cultivos perennes** (Caracterización producto del presente estudio) Estos últimos son los característicos sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*), enriquecidos con diversos géneros de guamo (*Inga* sp.), plátano (*Musa paradisiaca*), aguacates (*Persea* sp.), etc. Sin embargo, es muy carente la información sobre los árboles dispersos tanto nativos como foráneos, que tienen un potencial agroforestal, y que hacen parte del paisaje y contribuyen en aspectos ecológicos, culturales, y productivos. La finalidad del presente estudio es aportar información sobre la composición y estructura de las especies arbóreas dispersas en sistemas productivos que hacen parte del corredor en el piedemonte llanero como integradoras de sistemas ecológicos y productivos. *Se caracteriza para luego tipificar.*

El análisis que se hace de la vegetación es una descripción de las diferentes coberturas vegetales, determinando el porcentaje ocupado por cada uno de ellos, al mismo tiempo se establecen índices de biodiversidad para las especies caracterizadas. El análisis funcional permite reconocer las dinámicas locales respecto al uso de especies en espacios productivo, logrando identificar la importancia por especies y sus diversos usos.

Esta información colectada y analizada es útil para los gobiernos locales, instituciones educativas, e iniciativas que quieran desarrollar en la zona de influencia estudios complementarios o intervenciones que tengan que ver con los ecosistemas naturales y antrópicos.

Objetivo General

Identificar el potencial agroforestal desde la funcionalidad de árboles dispersos presentes en 32 fincas de uso agropecuario en los municipios de Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal, en la provincia de oriente del departamento de Cundinamarca.

Objetivos Específicos

Realizar la caracterización vegetal de árboles dispersos presentes en 32 fincas de uso agropecuario en los municipios de Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal, en el departamento de Cundinamarca, mediante el análisis dasométrico y geoespacial

Estimar índices de importancia y diversidad biológica de árboles dispersos en la zona de estudio

Clasificar la funcionalidad de las especies vegetales arbóreas mediante el análisis geoespacial en los predios de la zona de estudio.

Marco Conceptual y Teórico

Es importante comprender cómo están definidos los diferentes términos asociados a la agroforestería, para esto se encuentra en la (tabla 1) tres conceptos que deben estar presentes como línea base para el desarrollo del estudio.

Tabla 1

Conceptos de la Agroforestería

Sistema agroforestal	Conjunto de asociaciones o arreglos agroforestales donde se encuentran especies del componente vegetal leñoso y vegetal no leñoso, o componente vegetal leñoso, no leñoso y animal. Por clasificación, el sistema agroforestal comprende el sistema agrosilvícola (leñosas y no leñosas) y agrosilvopastoril (leñosas, no leñosas y animales). Cada uno agrupa tecnologías agroforestales.
Tecnología agroforestal	Arreglo definido de componentes agroforestales con ciertas disposiciones en espacio y tiempo. Las tecnologías agroforestales se clasifican como: cercas vivas, árboles en linderos, barreras rompevientos, cultivos en fajas, lotes multipropósito, huertos de plantación frutal y huertos familiares, entre otras.

Práctica
agroforestal

Asociación específica de componentes agroforestales con disposiciones detalladas de especies, acomodo espaciotemporal y manejo agroforestal particular de una localidad y cultura. En otras palabras: una práctica agroforestal es una tecnología agroforestal local. De acuerdo con la clasificación, cada tecnología agroforestal incluye distintas prácticas agroforestales. Por ejemplo, el huerto familiar es una tecnología agroforestal y el huerto familiar de los emberas del departamento del Chocó, Colombia, es una práctica agroforestal debido a que presenta una composición florística y faunística, arreglo y manejo específico relacionado con dicha cosmovisión, por lo cual el huerto emberá configura una particularidad agroforestal de esa cultura y región.

Nota. Adaptado de Ospina 2008.

Sistemas Agroforestales en el CEVBV

Las características productivas de las áreas de estudio se encuentran dentro de la clasificación de sistemas agroforestales SAF; para la FAO los Sistemas Agroforestales incluyen sistemas de uso de la tierra, tanto tradicionales como modernos, en los que los árboles son manejados junto con cultivos y/o sistemas productivos en entornos agrícolas y pecuarios. [...]

Los sistemas agroforestales también pueden mejorar los ecosistemas mediante el almacenamiento de carbono, la prevención de la deforestación, el incremento de la biodiversidad y de agua más limpia, y la reducción de la erosión. Además, cuando se desarrolla

estratégicamente en gran escala, la agroforestería ayuda a los suelos agrícolas a soportar el cambio climático y eventos como sequías e inundaciones.

Según Naire (1997), la clasificación de los SAF es necesaria para su caracterización, evaluación y mejoramiento.

Para la (ONU 2009) los sistemas agroforestales son más complejos en comparación con los monocultivos. Es esta complejidad que resulta en interacciones económicas y ecológicas que producen beneficios. ¿Cuál es la lógica involucrada o ¿Cómo los sistemas agroforestales producen efectos benéficos? Principalmente por las siguientes razones:

- Combinación de especies complementarias con patrones diferenciales de crecimiento.
- Utilización óptima del espacio vertical o cultivos multiestratos.
- Uso intensivo del espacio horizontal o cultivos múltiples.
- Regímenes de manejo con arreglos temporales de diferentes componentes y optimización de las interacciones positivas entre los componentes.

El mismo autor manifiesta que: La agroforestería ha llegado a ser un componente importante de muchos proyectos de desarrollo rural. Varios conceptos y términos (como silvicultura comunitaria, silvicultura agrícola, silvicultura social y silvicultura urbana) con significado traslapado se usan en las actividades de plantación de árboles con la participación de la gente. Estas actividades de producción relacionadas con la agroforestería tienen un concepto unificador, es decir, hacen uso de los beneficios sociales y ambientales de las actividades de plantación de árboles con diferentes objetivos.

Jiménez (1999), manifiesta que la complejidad de los SAF hace difícil su clasificación bajo un solo esquema. Los criterios de clasificación más frecuentes son: la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas donde el sistema existe o es adoptable y el escenario socioeconómico. La clasificación estructural basada en la naturaleza o tipos de componentes propuestos por Jiménez (1999) para el caso del área de estudio son:

Árboles en Parcelas de Cultivo

Consiste en el uso de árboles distribuidos al azar o de manera sistemática dentro o en los bordes de las parcelas agrícolas. Desde el punto de vista agroforestal, sus principales funciones son la protección de los cultivos y animales, protección y conservación del suelo y agua, producción de madera, leña, frutos y otros productos.

Árboles con Cultivos Perennes

Consiste en la combinación simultánea de árboles con cultivos perennes tales como: café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), generalmente son sistemas de cultivo intercalado donde el árbol contribuye productos adicionales, mejora el suelo o microclima y sirve de tutor para cultivos de enredadera.

Cercas Vivas

Consiste en la siembra de leñosas para la delimitación de potreros o propiedades, casi siempre completamente con el uso de alambre de púas. Cuando está asociada a cultivos agrícolas se le considera una práctica agrosilvicultural.

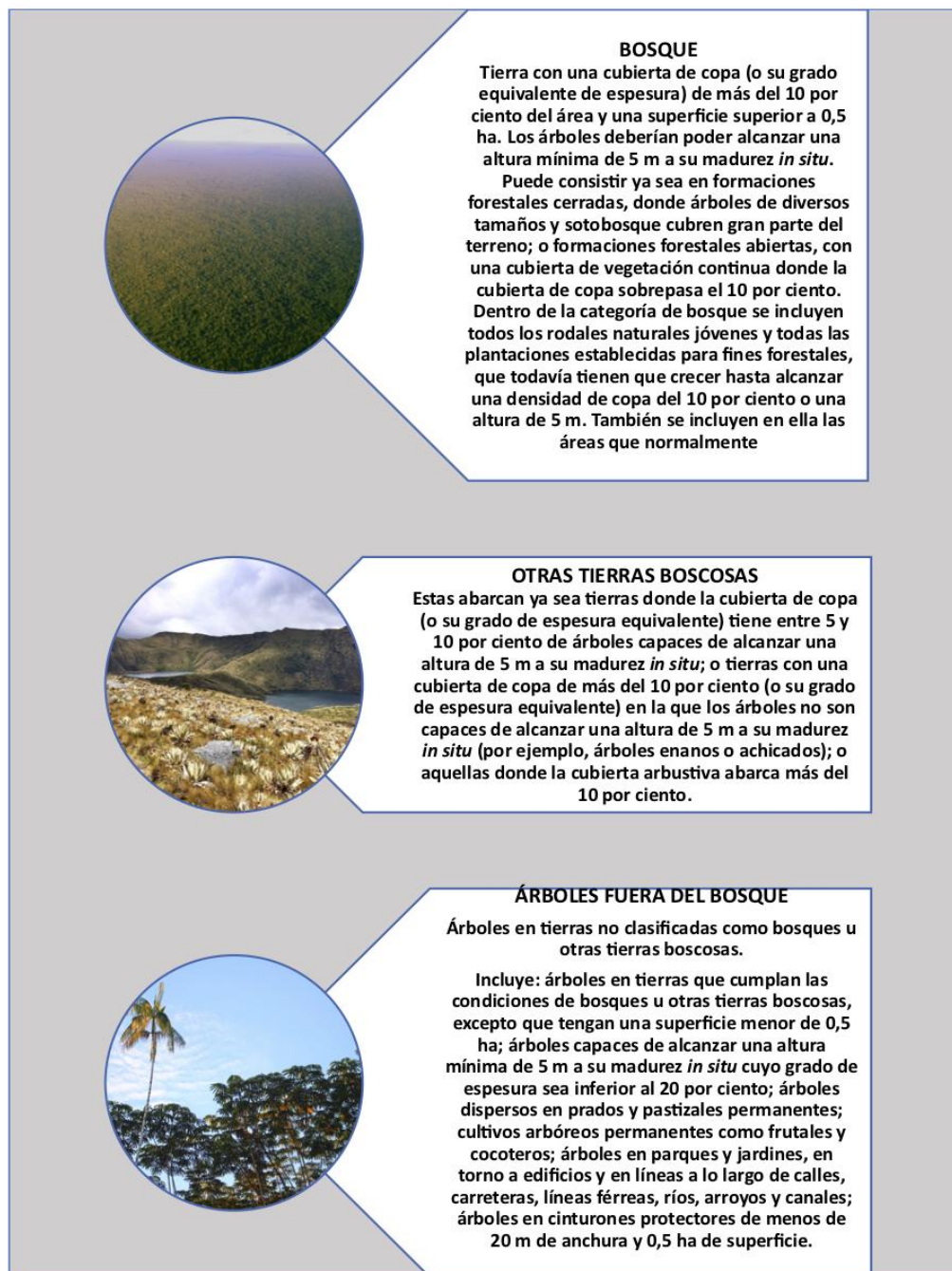
Árboles y Arbustos Dispersos en Potreros

Consiste en árboles, arbustos o ambos en los potreros, sin un arreglo espacial definido y con objetivos diversos como son: producción de madera, leña, frutos, fuente de ramoneo, provisión de sombra, mejoramiento del suelo bajo árboles y refugio para el ganado.

Por árboles fuera del bosque se entiende formaciones arbóreas que van desde árboles aislados a árboles sistemáticamente ordenados en sistemas agroforestales. En este último extremo de la gama realiza varias funciones ecológicas y económicas que en principio pueden ser análogas a las de los bosques, aunque diferentes en magnitud. Los árboles fuera del bosque son muy poco reconocidos en las evaluaciones de recursos naturales, en particular en grandes extensiones, y sólo recientemente ha llamado la atención este asunto como objeto importante de la investigación (Kleinn 2000). En la figura 1, se observa una estructura de definiciones que integran el amplio espectro que involucran los árboles dispersos.

Figura 1

Definiciones para los Sistemas Constituidos por Árboles



Nota. Adaptado de Finnish Forest Research Institute, 1996; FAO 1998.

Funcionalidad de los SAF³

Los SAF también pueden desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen), haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios, potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Schroth *et al.*, En prensa). Los SAF no pueden proveer los mismos nichos y hábitats de los bosques originales y jamás deberían ser promovidos como una herramienta de conservación a expensas de la conservación natural del bosque. Sin embargo, sí ofrecen una importante herramienta complementaria para la conservación y deberían tomarse en cuenta en los esfuerzos para una conservación del paisaje amplio que proteja a los fragmentos forestales restantes y promueva el mantenimiento de la cubierta arbórea en las explotaciones agrícolas en las zonas que rodean las zonas protegidas o que las conectan (Beer 2003), por ejemplo, en el Corredor Ecológico Bogotá - Villavicencio.

Mientras que las publicaciones sobre la diversidad biológica en los SAF están en constante aumento, todavía perduran importantes cuestiones acerca de la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de animales y plantas en los SAF y qué les sucederá a estas poblaciones si el

³ Este texto es una versión original de un documento sometido al XII Congreso Forestal Mundial, Québec City, Canadá. 2003.

paisaje circundante es objeto de continua deforestación. La mayoría de los estudios a la fecha han seguido o inventariado la diversidad biológica en los paisajes que aún retienen alguna cubierta forestal, se han centrado en la taxonomía y se han realizado en pequeñas escalas temporal y espacial. Se necesitan estudios de taxonomía múltiple, de escalas múltiples y a largo plazo antes de que se conozca el verdadero valor de los SAF para la conservación. El presente estudio genera información que enriquece el conocimiento de árboles dispersos presentes en áreas de ganadería y agricultura, en SAF, y en algunos casos, circundantes a bosques y reservas naturales.

Análisis de las Dinámicas Ecosistémicas en Árboles Dispersos

La vegetación que cubre la superficie terrestre constituye objeto de reflexión desde la Antigüedad. En la Época Moderna, a partir de los escritos de Alexander von Humboldt (inicios del siglo XIX) se promovieron los estudios fitogeográficos, mientras que el enfoque cuantitativo en la descripción y análisis de la vegetación fue introducido a principios del siglo XX por Raunkiaer con el cálculo de la frecuencia de las especies (Graf et al 2000).

La estructura y la diversidad son, junto con la densidad, características importantes para la descripción cuantitativa de cualquier rodal de vegetación. La diversidad es un concepto que abarca diferentes interpretaciones, como la diversidad dimensional y estructural, aunque en su versión más simple se emplea como sinónimo de diversidad de especies. La estructura de una comunidad vegetal hace referencia, entre otras cosas, a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución de estas por clases de tamaño (Gadow *et al.*, 2007), tomado de Mora (2013).

Según la Sociedad de Restauración Ecológica (Society for Ecological Restoration, 2006), un ecosistema de referencia es un ecosistema verdadero o su modelo conceptual que se usa para establecer metas y planear un proyecto de restauración, y más adelante, para evaluarlo. El concepto de sistema de referencia debe representar un esquema de desarrollo avanzado que se encuentra en algún punto de la trayectoria ecológica deseada del ecosistema que se restaurará

(Clewell *et al.*, 2004)⁴. El valor de la referencia aumenta con la cantidad de información que contenga, pero cada inventario tendrá limitaciones de tiempo y fondos. Como mínimo, la línea base de un inventario ecológico describe los atributos más notables de un ambiente abiótico y los aspectos importantes de la biodiversidad, tales como la composición de especies y la estructura de la comunidad (SER 2004).

Para Graf (2000); Los motivos que llevan a la descripción, análisis e interpretación causal de la cobertura vegetal de la superficie terrestre a diversas escalas espaciales y temporales son muy variados.

Para alcanzar los diferentes objetivos en un estudio de la vegetación existen múltiples alternativas metodológicas. La selección de la metodología más adecuada depende no sólo de los objetivos específicos del estudio, sino también de:

- El tipo de vegetación y el área estudiada
- El conocimiento previo que se disponga de la vegetación de la zona
- La concepción o modelo teórico acerca de la naturaleza de las comunidades que adopte el investigador
- Los recursos (económicos, humanos, tecnológicos y tiempo) disponibles para desarrollar el estudio

⁴ Participante de la Sociedad Internacional para la restauración ecológica. Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas.

- La relación entre los costos y los beneficios obtenidos (detalle de las descripciones, precisión de las estimaciones, etc.

Para Ospina (2004). Los ecosistemas y ecorregiones presentan diferentes grados de deterioro o fragilidad, y cada tecnología agroforestal local y regional cuenta con capacidad diferencial de conservación, y ello varía de un lugar a otro. No todas las tecnologías agroforestales tienen un mismo impacto en la conservación, algunas tienen valor significativo para la biodiversidad vegetal y animal (cultivada, criada, silvestre), mientras que otras cuentan con potencial para conservar biomasa, suelo, agua o regular el microclima.

El mismo autor propone: Es necesario identificar cuáles tecnologías agroforestales contribuyen a la conservación de ecosistemas y recursos naturales, fundamentalmente de aquellos estratégicos o que llegan a un punto crítico de conservación (ecosistemas, biomasa, biodiversidad silvestre y domesticada, suelo, agua, microclima), mientras satisfacen necesidades básicas locales y regionales.

Planes de Ordenación en el Territorio del Oriente Cundinamarqués

En el área de influencia del corredor vial Bogotá – Villavicencio está definida en el presente estudio como el área de la cuenca del río Negro dado que la vía lo atraviesa de manera paralela en casi toda su extensión. La asimilación del área de influencia de la carretera a gran parte del área de la cuenca del río Negro permite definir los diagnósticos y acciones del corredor ecológico vial dentro de los procesos de planificación de la cuenca, lo cual facilita la articulación con las organizaciones e instituciones que tienen injerencia en el plan de manejo y ordenación de la cuenca del Río Negro (Monje 2011).

En el capítulo 3 del POMCA del río Negro del año 2000, se analizan los escenarios actuales en cada jurisdicción, teniendo en cuenta la cobertura de 2 corporaciones autónomas en el territorio de la cuenca. En el POMCA del río Blanco, Negro, Guayuriba CORPORINOQUIA afirma que: *en su escenario actual aún existen presiones sobre algunas especies de individuos de porte arbóreo apetecidas para el aprovechamiento de productos primarios que según las entidades de conservación y algunos organismos especializados se encuentran en vía de extinción (Ej: Cedro – Cedrela montana). De esta forma desde la planificación de la cuenca se diagnostica una amenaza sobre importantes especies arbóreas nativas, las cuales son significativas en su función ecológica para el corredor.*

En el mismo documento CORPOGUAVIO indica el escenario actual del estado arbóreo, realiza una evaluación relación con el recurso florístico de la zona, y determina una disminución del recurso a causa de la deforestación por la ampliación de la frontera agropecuaria, la extracción de especies maderables y la utilización de leña como fuente de energía para la cocción de alimentos, acompañada de la disminución de la calidad y cantidad del recurso hídrico, por la

pérdida en la capacidad de interceptación, almacenamiento y la sedimentación de los cauces, que depara la pérdida de biodiversidad por reducción de especies. Se aprecia una potencialización de las amenazas naturales por los procesos morfodinámicos imperantes, aumento en las áreas con procesos erosivos activos o intensificación de estos, reducción y deterioro del hábitat y pérdida del acervo faunístico, conflictos de uso del suelo por sobreutilización, con riesgo de deterioro, contaminación y por subutilización. De igual forma, se aprecia degradación y pérdida del recurso suelo por procesos agropecuarios y erosión, deforestación de nacimientos, avalanchas, deslizamientos, derrumbes, contaminación y manejo inadecuado.

El esquema de ordenamiento territorial del municipio de Chipaque del año 2000 establece dos tipos de ecosistemas altitudinales para determinar las características de la flora en la zona: Páramo y región Andina. El sector sudeste del área municipal cuenta con pastos manejados y naturales (kikuyo, arbustos bajos y cultivos transitorios como la cebolla. La vegetación agrupada en el bioclima alto (páramo) y andino 1 y 2 se localiza en las partes altas del municipio, densa, contiene diferentes estratos que alcanzan alturas superiores a los 15 metros.

Las especies arbóreas que se encuentran en los sistemas productivos son: Gaque, Sietecueros, rodamonte, encenillo, el arrayán, guayabo paramuno, uvas camaronas, uvas de anís, tivar, el ají paramero, arboloco, salvia, chirco, tunos, chisque, cocubo, borrachero, zarzamora, espino, higos, tartahuan, pedrohernández, lechero, cucharo, sauce, sauco, parásitas, palma boa, molos comunes, caducifolios (manzanas, duraznos, peros, brevos, fresas, frambuesa silvestre, tomate de árbol, curuba y mora).

En la actualidad se adelantan los estudios correspondientes al inventario de la flora en convenio con la universidad Distrital en los páramos de Fruticas y el alto del Boquerón.

En el capítulo sobre las políticas agropecuarias en el EOT se propone orientar de Acuerdo con la Potencialidad y la Competitividad de las zonas municipales el fomento del uso del suelo agrícola localizado sobre las veredas determinadas como zonas de manejo agroforestal, estas serán potencializadas de acuerdo con la necesidad del mantenimiento de la población dedicada a esta actividad y a su sustento económico.

Dentro de los objetivos del Plan de Ordenamiento del municipio de Cáqueza del año 2000 se encuentra el de “mantener y extender la superficie existente de bosques. Así mismo el de “garantizar el mantenimiento de la superficie agraria en los suelos de mejor calidad y buscar usos alternativos a los cultivos actuales sobre suelos marginales”; por último, también tiene el objetivo de “mejorar, recuperar o rehabilitar los elementos (suelo, bosque, agua, aire, etc.) y procesos (erosión, deslizamientos, etc.) del ambiente natural que se encuentren degradados por actividades incompatibles con su vocación.

Por su parte el municipio de Quetame en su plan de ordenamiento del año 1999, establece en su tercera fase los criterios para el ordenamiento territorial: Para abordar el ordenamiento del área de estudio se seleccionarán como criterios la aptitud del suelo y el manejo ambiental de los recursos naturales. Por medio de estos será posible hacer compatibles las formas de ocupación socioeconómica y el sistema natural, obteniendo mayor eficiencia en el empleo de los recursos naturales y dando mejores perspectivas de calidad de vida para los habitantes asentados en el área de estudio.

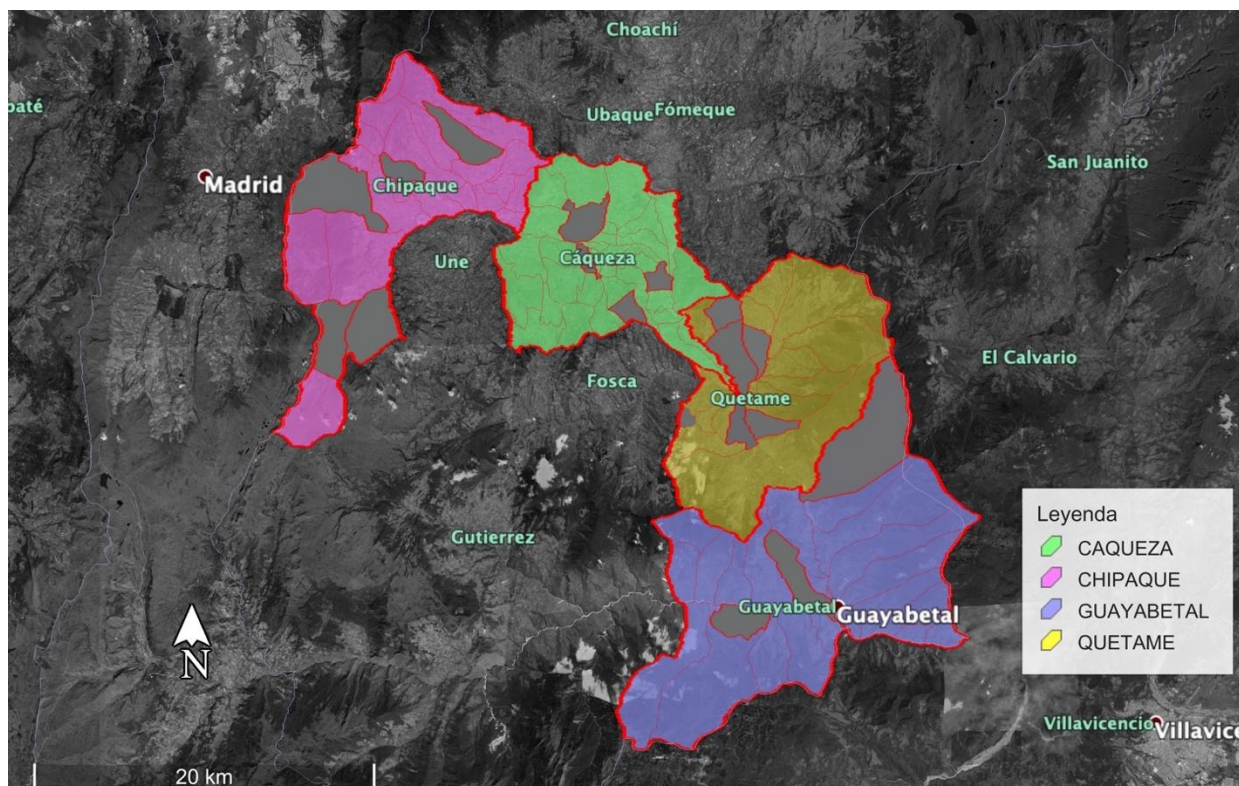
En el plan de ordenación territorial del municipio de Guayabetal del año 2001 se expone el componente biótico: Los bosques del municipio pertenecen a los identificados en la vertiente este de la Cordillera Oriental. En cuanto a las características florísticas, la vegetación presenta en

este sitio una similitud en los aspectos cualitativos y cuantitativos a la selva Amazónica. Se encuentran árboles de valor comercial, con alturas mayores de 25 metros, principal mente algunas especies de la familia Lauracea, y otras como: Siete Cueros (*Tibouchina urvilleana*), Yarumo (*Cecropia Sp*), Duraznillo (*Abatia parviflora*), Encenillo (*Weinmannia tomentosa*), Quina (*Cinchona pubescens*), Amarillo (*Ocotea calophylla*), Caimo (*Myrcia cucullata*), Ocobo (*Tabebuia pentaphylla*) y Cedrillo (*Phyllanthus salviaefolius*). También abundan asociaciones vegetales densas de tipo arbustivo denominadas arrabales o capoteros, conformadas por bosques mal formados y achaparrados que constituyen una forma importante de protección del suelo y las fuentes hídricas. La mayoría de los bosques del municipio han sido y están intervenidos, los cuales dan o dieron sustento a los pobladores siendo lentamente transformados en potreros.

Contexto Geográfico y Productivo del Área de Estudio

Figura 2

Municipios y Veredas del Presente Estudio



Nota. Los polígonos en gris son las veredas donde se realizaron los inventarios de árboles dispersos. En color los cuatro municipios. Realizado Google earth pro

Los municipios de Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal pertenecen a la Provincia de Oriente del departamento de Cundinamarca y tienen como característica común, que todos ellos tienen participación territorial en lo que se conoce como el corredor vial Bogotá – Villavicencio. Según datos extraídos del SIGOT (Sistema de Información Geográfica para la

Planeación y el Ordenamiento Territorial). El gradiente altitudinal presente en el proyecto de investigación se encuentra entre los 500 y 2700 msnm, las zonas de vida Holdrige son: Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB); Bosque húmedo montano bajo (bh-MB); Bosque húmedo premontano (bh-PM); y Bosque seco tropical (bs-T). Los cuatro municipios cuentan con más del 50 % de su territorio con cobertura de pastos, llegando hasta el 72,3% y el 76,8% para los municipios de Cáqueza y Chipaque, respectivamente. La actividad agrícola no supera en ningún caso el 20% del territorio, siendo el municipio de Chipaque el de mayor extensión del territorio dedicado a esta actividad con el 17,33%. Por su parte, la cobertura en bosques es representativa en los casos de Guayabetal con 42,8 % y Quetame con 33,6% de su territorio con este tipo de cobertura. En la tabla 1 se presenta el resumen de las coberturas agrícola, pastos y bosques en relación con la extensión total de los cuatro municipios (IGAC, 2015 – García *et al* 2015).

Tabla 2

Coberturas Agrícola, Pecuaria y Forestal en Relación con la Extensión Total del Municipio

Municipio	Área total (km ²)	Área en pastos (pecuaria) (%)	Área en cultivos (agrícola) (%)	Área en bosques (forestal) (%)
Cáqueza	106	15.62	72.33	9.26
Chipaque	130	17.33	76.84	3.18
Quetame	138	6.35	58.55	33.66
Guayabetal	212	3.47	52.63	42.86

Nota. Adaptado de García *et al* 2015 - SIGOT, 2015.

Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en 4 municipios de la provincia del oriente cundinamarqués: Chipaque, Cáqueza, Quetame, y Guayabetal (Figura 2). Se seleccionaron 8 predios en cada municipio para un total de 32. En el área de estudio encontramos variaciones de altura de los 1000 msnm a los 3000 msnm. Para la elección de los predios se contó con la asesoría del equipo técnico del proyecto CEVBV, los cuales tienen conocimiento de las coberturas y zonas productivas en los predios vinculados, cumpliendo con el condicionante de contar con árboles dispersos en sus zonas productivas. En la metodología se describe con más detalle la información de muestreo.

Tabla 3

Fincas Inventariadas en Cada Municipio

Municipio	Nº finca	Finca	Vereda	Propietario	Área M ²
Cáqueza	Cq 1	La Lagunita	Palo Grande	María Hernández	28730,38
Cáqueza	Cq 2	La Veguita	Palo Grande	Ana Lucía Baquero	68028,40
Cáqueza	Cq 3	La Esperanza	Monruta	Celso Hernández	59026,15
Cáqueza	Cq 4	La Olla	Ganco	Marco Moreno	28930,55
Cáqueza	Cq 5	El Lote	Olla de Santiago	Rosa Elvia Santiago	3246,024
Cáqueza	Cq 6	Compartir	Monruta	Mariela Gutiérrez	13087,01
Cáqueza	Cq 7	Pantano de Carlos	Pantano de Carlos	Mery Saravia de Carrillo	44668,49

Cáqueza	Cq 8	Villa Isabel	Ganco	Rosa Velásquez	25216,61
Chipaque	Ch 1	Alto del Ramo	Alto del Ramo	Luz Estela Pinilla	7843,490
Chipaque	Ch 2	San Martín	Alto del Ramo	Guillermo Socha	19407,73
Chipaque	Ch 3	El Vergel	Fruticas	Gregorio Quintero	85158,46
Chipaque	Ch 4	Cristo Rey	Caldera	Saúl Baquero Baquero	116858,4
Chipaque	Ch 5	San José	La Palma	Marco Tulio Ardila	602725,4
Chipaque	Ch 6	Las Angustias	Alto del Ramo	Miriam Solórzano	11555,37
Chipaque	Ch 7	San Pedro	El Ramo	Esperanza Mora	5973,819
Chipaque	Ch 8	Quebrada Blanca	Cerezos Pequeños	Darío Mora Moreno	37337,77 4
Quetame	Qt 1	La Ermita	Guacapate	Liliana Ardila	16788,27
Quetame	Qt 2	El Mango	Trapichito	Carmen Trinidad Cajamarca	18340,67
Quetame	Qt 3	La Fortuna	Ficalito	Gloria Ramos	21267,77
Quetame	Qt 4	La Maravilla	Ficalito	José Saúl Velásquez	16135,00
Quetame	Qt 5	El Naranjo	Chilcal Bajo	Oscar Guillermo González	36775,84
Quetame	Qt 6	Los Arrayanes	Yerbabuena	Luz Nidia Velásquez	13034,28
Quetame	Qt 7	La Lagunita	Guamal Alto	Miguel Ángel Mora	32457,97

Quetame	Qt 8	Salinas	Guamal Alto	María Cristina Carrillo	18835,26
Guayabeta 1	Gy 1	La Carolina	Primavera	Carlos Arturo Rey	39200,34
Guayabeta 1	Gy 2	La Esperanza	Chipaque	Azucena Rojas	14921,47
Guayabeta 1	Gy 3	El Descanso	Chipaque	Lida Esperanza Carrillo	12806,16
Guayabeta 1	Gy 4	Pacarí	Chipaque	Betty González	35943,42
Guayabeta 1	Gy 5	La Primavera	Jabonera	Luis Alfredo Carrillo	11236,20
Guayabeta 1	Gy 6	El Caimo	Las Mesas	José Isaías Castro	14335,89
Guayabeta 1	Gy 7	El Abuelo	Chipaque	Mireya Hernández	36168,67
Guayabeta 1	Gy 8	Villa Ester	Chipaque	Luz Dary Fajardo López	13428,42

Metodología

Para la definición del tipo de muestreo se tuvieron en cuenta variables acordes a limitantes de tiempo en campo y costos del levantamiento de información. La muestra por municipio se escogió acorde con los tiempos de ejecución del proyecto CEVBV, y los recursos disponibles para el trabajo de campo. El presente estudio emplea la metodología de aproximación no probabilística de muestreo por cuotas, de acuerdo con Iglesias 1998, el cual propone el diseño de muestreo para pequeñas áreas y áreas irregulares como los son los polígonos de las fincas evaluadas. debido a que uno de sus objetivos busca determinar la funcionalidad de las especies, por tal razón se seleccionan predios que tengan árboles dispersos en sistemas productivos. Se eligieron predios con una característica deseada, pero no se seleccionaron aleatoriamente en la zona de estudio.

Como se muestra en la [tabla 3](#) ,32 predios hacen parte de la muestra del presente estudio, al interior de estos predios se realizó un inventario al 100% de árboles dispersos en sistemas productivos.

Levantamiento de Variables Dasométricas

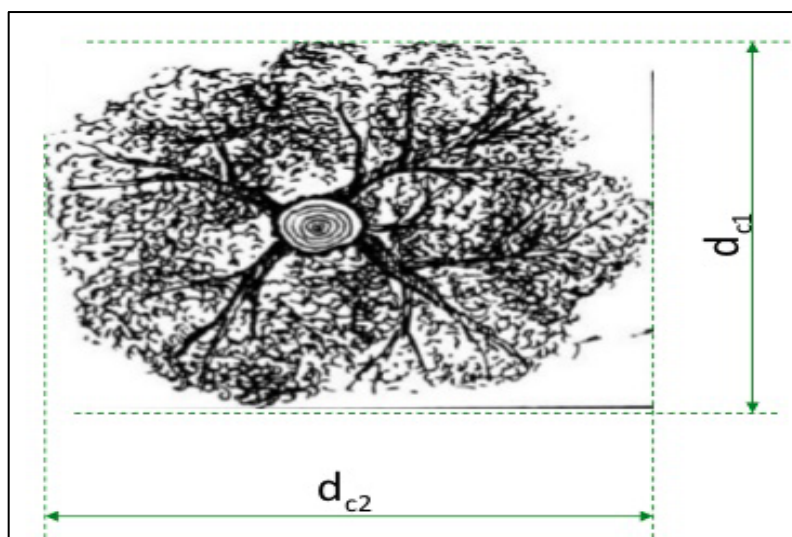
Para desarrollar el trabajo de campo se programaron 2 días a la semana hasta que se inventariaron los 32 predios visitados.

Los predios hacen parte del proyecto “Mitigación de emisiones de GEI en estrategias agroforestales, alrededor de la implementación del corredor ecológico vial Bogotá – Villavicencio”, ejecutado por Fundación Natura.

En cada predio se identificaron, y se realizó la medición dasométrica al 100% de individuos presentes (árboles con DAP > A 10 cm).

Figura 3

Diámetros de la Copa para Determinar el Área de Cobertura por Individuo



Nota. Tomado de Peña 2008.

Se tomó la debida georreferenciación a cada uno de los árboles medidos. La dasometría se realizó con una cinta diamétrica, un formulario de campo, y GPS. En el formulario de campo (Figura 4) se consigna la siguiente información: Número consecutivo de árbol medido, nombre común, distribución (si está, o no, agrupado con otros arboles), Circunferencia a la altura del pecho CAP, se midió el diámetro de la copa, se estimó la forma de la copa según categorías, y la densidad del follaje. Por último, la altura del fuste y la altura de la copa.

Figura 4

Modelo de Formato para la Consignación de Información en Campo

id	nom_com	nom_cienti	familia	arreglo_esp	per_fuste	altura_fuste	altura_copa	altura total	d1_copa	d2_copa	forma_copa	den_follaje	numero de foto
1	URAPAN			AGRUPADO	77	3	7	10	6	7	REDONDEADA	3	
2	LEVADURO			AGRUPADO	62	2,5	3	5,5	5	4	IRREGULAR	3	
3	GUAYABO			AGRUPADO	37	3	3	6	6	5	ELIPSOIDAL	4	
4	GUAYABO			AGRUPADO	65	2	5	7	5	4	APARASOLADA	4	
5	GUAYABO			AGRUPADO	56	1,5	5	6,5	7	6	APARASOLADA	3	
6	GUAYABO			AGRUPADO	71	2	3	5	7	5	APARASOLADA	4	
7	AGUACATE			AGRUPADO	48	2	3	5	4	4	ELIPSOIDAL	2	
8	ARRAYAN			AGRUPADO	56	3	3	6	5	5	ELIPSOIDAL	4	
9	GUAYABO			AGRUPADO	58	0,5	3	3,5	7	5	IRREGULAR	3	
10	PALOMO			AGRUPADO	60	0,5	6	6,5	5	4	APARASOLADA	3	
11	OCOBO (ROSADO)			AGRUPADO	1,81	2	6	8	10	11	APARASOLADA	4	097-02

Nota. Tomado de García (2016).

Caracterización Vegetal

Para la caracterización de los individuos inventariados, se tomó como punto de partida los nombres comunes usados en la zona, y el conocimiento de sistemática vegetal aportado por el docente acompañante. Con los nombres comunes se usaron bases de datos digitales como la del instituto de ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Bio virtual, herbario del Jardín Botánico José Celestino Mutis, Herbario Amazónico Colombiano – COAH. Para el caso de *Cinnamomum triplinerve* se contó con la asesoría del experto mundial en la familia Lauraceae el botánico Henk van der Werff.

Medición de la Biodiversidad⁵

Generalmente se mide, cuenta o estima un valor que caracteriza cuantitativamente la presencia de cada especie (o categoría no florística) en la muestra o en el área de observación definida.

En los casos en que sea ejecutado un muestreo con un suficiente número de unidades muestrales, se puede calcular otra variable de abundancia denominada frecuencia de la especie. Ésta se define como el porcentaje de muestras en que una especie dada está presente con relación al número total de muestras tomadas.

Densidad

Esta variable corresponde convencionalmente al número de plantas por unidad de superficie. Se puede expresar asimismo como distanciamiento medio entre individuos o área media por individuo.

Ha sido un parámetro históricamente importante para la evaluación de árboles, arbustos y malezas agrícolas anuales.

⁵ Definiciones tomadas de: Graf, Esteban. Laso Sayagués Luis. Muestreo de la Vegetación.

Es usual realizar el conteo de individuos en unidades muestrales de superficie conocida. Alternativamente, se puede calcular la densidad a partir de mediciones de distancias (entre individuos vecinos, desde individuos a puntos centrales de muestreo, etc.); todos estos métodos se basan en parcelas de superficie no delimitada.

La variable densidad puede ser asimismo objeto de estimación según diversas escalas, más o menos cualitativas.

Cobertura

En su definición clásica, la cobertura indica el porcentaje de terreno ocupado por la proyección vertical de la parte aérea de la planta.

Frecuentemente la canopia, follaje o copa de una planta no ofrece una cobertura perfecta del terreno. Al proyectar sobre el suelo el perímetro de la planta aparecen en la porción interna de la proyección parches no cubiertos, resultado de los espacios libres entre ramas, brotes y hojas. Estrictamente estas áreas no deberían incluirse en la cuantificación de la cobertura.

Sin embargo, descontar estas superficies no afecta significativamente el resultado en la medida que sean de reducida magnitud e incluso pueden considerarse parte del “territorio ecológico” de una planta individual. En última instancia, es el investigador quien debe decidir el criterio a adoptar en cada situación.

Frecuencia

La frecuencia de una especie se puede definir como la proporción de unidades muestrales en que está presente, con relación al número total de unidades relevadas.

En estudios llevados a cabo en una única comunidad, para poder calcular la frecuencia de una determinada especie se requiere ejecutar un número mínimo de parcelas en dicho sitio (por ejemplo 20).

Cuando se prevé sólo una unidad de observación por sitio de estudio seleccionado (enfoque fitosociológico en sentido estricto), entonces la frecuencia sólo puede determinarse de manera global para el total del área relevada.

En cualquiera de los dos casos el significado atribuible a la variable es el mismo. Representa la homogeneidad o heterogeneidad de la vegetación, la uniformidad de la distribución de la especie en el espacio de referencia y la probabilidad de encontrarla.

Considerando que para su cálculo se requiere solamente señalar la presencia de la especie, esta variable tiene la ventaja de que es de fácil y rápida determinación. En contraposición a esta simplicidad, tiene el inconveniente de que los valores hallados son siempre relativos y altamente dependientes de la dimensión y forma de las unidades de muestreo.

Índice de Valor de Importancia

Para tener una visión más amplia, que señale la importancia de cada especie en el conjunto, se combinan los índices anteriores en una sola expresión, denominada Índice de Valor de Importancia, cuyo resultado es la suma de los valores relativos de Abundancia o Densidad, Cobertura y Frecuencia de cada especie (Acosta et al., 2006).

Tabla 4*Fórmulas para Estimar Índices de Importancia*

Abundancia relativa	Cobertura relativa	Frecuencia relativa	IVI
$AR = \left(\frac{Aa}{Ar}\right) \times 100$	$CR = \left(\frac{Ca}{Ct}\right) \times 100$	$FR = \left(\frac{Fa}{Ft}\right) \times 100$	$IVI = AR + CR + FR$

Donde Aa = Número de individuos por especie Ar = Número total de individuos; Ca = Cobertura absoluta de cada especie Ct = Área total muestreada; Fa = Número de individuos por cuadrante Ft = Número total de cuadrantes evaluados.

Índices de Diversidad⁶**Índice de Shannon**

H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima

⁶ La Información sobre el índice de Shannon y Simpson es parte del contenido programático de la Catedra de Ecología de Comunidades y Sistemas. Estimación de la Diversidad Específica. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Republica de Argentina. 2008.

cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos n_i , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa [...]. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como (bits/ind.), pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times P_i)$$

p_i = Proporción de individuos de la i -ésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de p_i igual a 1.

Índice de Simpson

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

$$S_{iD} = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 = 1 - D_{Si}$$

La ecuación de D_{Si} se aplica para comunidades ‘finitas’ donde todos los miembros han sido contados.

S_{iD} = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. Este

índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de $[1 - 1/S]$.

Índice de Similitud de Jaccard

Finalmente, se aplica el índice de similitud de Jaccard el cual indica el grado de semejanza entre las especies en los cuatro municipios. La diversidad beta fue evaluada así:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios (A y B)

Criterio Funcional

Los predios evaluados al igual que toda la región del oriente de Cundinamarca presentan diferentes grados de deterioro o fragilidad, y cada tecnología agroforestal local y regional cuenta con capacidades y diferentes beneficios en lo productivo. No todas las tecnologías agroforestales tienen un mismo impacto en los diferentes componentes productivos, algunas tienen valor significativo para la protección animal, mientras que otras cuentan con potencial para protección contra los vientos, otros se encuentran en líneas circundantes entre cultivos y bosques, etc.

Es necesario identificar cuáles tecnologías agroforestales contribuyen a la conservación de ecosistemas y al mismo tiempo contribuyen al margen productivo, fundamentalmente de aquellos estratégicos o que llegan a un punto crítico de conservación (ecosistemas, biomasa,

biodiversidad silvestre y domesticada, suelo, agua, microclima), mientras satisfacen necesidades básicas locales y regionales. Por lo anterior se realiza un análisis geográfico de los individuos, a partir de la matriz para caracterización agroforestal sugerida por Ospina (2008).

La clasificación ecológica es descriptiva y depende del nivel de análisis alcanzado por la caracterización agroforestal (con elementos cualitativos y cuantitativos) que permita determinar, a partir de la mayor capacidad de conservación de determinado recurso natural, el principalmente conservado por parte de cada tecnología agroforestal en un contexto particular (Ospina 2008). En las tablas 13, 14, 15, y 16 la funcionalidad de las especies se ve determinada por su ubicación al interior del predio.

El producto cartográfico se realizó en el software Qgis, en el que se integraron las capas⁷ de polígonos de áreas productivas y los puntos de referenciación geográfica que se tomaron en el inventario realizado. Con estas salidas gráficas se pretende evidenciar la funcionalidad de los árboles dispersos según su ubicación al interior de los predios.

⁷ Capas de polígonos de áreas productivas elaboradas como componente de la planificación predial participativa que se realizó a los predios vinculados en el proyecto CEVBV.

Resultados

Análisis Estructural

Mediante el inventario realizado en 32 predios ubicados en el corredor ecológico vial Bogotá Villavicencio, se identificaron 3128 individuos caracterizados, estos corresponden a 132 especies, y 50 familias botánicas identificadas.

Tabla 5.

Familias Identificadas y Total de Familias Encontradas por Municipio.

Total, Familias Identificadas	Familias Identificadas por Municipio	
50	Chipaque	35
	Cáqueza	35
	Quetame	27
	Guayabetal	29

En la tabla N° 4, se observa el número de familias identificadas en cada municipio respecto al total de familias identificadas en los 4 municipios. Chipaque y Cáqueza cuentan con un 70%; el municipio de Guayabetal cuenta con el 58%; Quetame tiene el 54% de las familias presentes en el estudio.

Tabla 6*Especies Identificadas por Municipio y por Carácter de Procedencia*

Especies/procedencia	Chipaque	Cáqueza	Quetame	Guayabetal
Especies	59	64	47	52
Nativas	52	49	33	40
Exóticas	7	15	14	12

En cuanto a especies nativas en los predios evaluados, en Chipaque encontramos un 88%; en Cáqueza se encuentra el 76%; en Quetame el 70%, y en Guayabetal el 76% de especies nativas con respecto al total de especies nativas en los cuatro municipios.

Tabla 7*Especies por Familia en Cada Municipio*

Municipio	Familias	Número de especies
Chipaque	Compositae, Myrtaceae	5
	Lauraceae, Melastomataceae, Primulaceae, Solanaceae	3
Cáqueza	Myrtaceae, Leguminosae	7
	Bignoniaceae	4
Quetame	Myrtaceae	7
	Leguminosae	4
	Myrtaceae	7

Guayabetal	Melastomataceae, Rutaceae	4
------------	------------------------------	---

La familia con más representatividad en toda la zona de estudio es Myrtaceae, seguida de Melastomateceae y leguminosae.

Tabla 8

IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Chipaque

Índice de Valor de Importancia para las primeras 10 especies - Chipaque								
Especie	Cantida d	Área copa M ²	# Aparicion es	Abundanc ia %	Cobert ura %	Frecuenc ia %	IVI 300%	IVI 100%
<i>Eucalyptus globulus</i>	259	5866,3	5	22,6597	21,257	62,5	106,4	35,47
<i>Abatia parviflora</i>	29	332,2	8	2,5372	1,2038	100	103,7	34,58
<i>Cupressus lusitanica</i>	62	1746,7	7	5,4243	6,3294	87,5	99,25	33,08
<i>Piper bogotense</i>	14	125,9	5	1,2248	0,4562	62,5	64,18	21,39
<i>Alnus acuminata</i>	47	1194,6	4	4,1120	4,3288	50	58,44	19,48
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	43	1195,7	4	3,7620	4,3330	50	58,09	19,36
<i>Buddleja bullata</i>	24	378,4	4	2,0997	1,3712	50	53,47	17,82
<i>Critoniopsis bogotana</i>	89	1993,3	3	7,7865	7,2231	37,5	52,51	17,50

<i>Miconia squamulosa</i>	15	303,1	4	1,3123	1,0986	50	52,41	17,47
<i>Myrsine guianensis</i>	11	149,8	4	0,9624	0,5429	50	51,50	17,16

La especie con más representatividad en los predios evaluados en el municipio de Chipaque es el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con un 35,5 % en el índice de importancia, le sigue el Duraznillo (*Abatia parviflora*) 34,5 %, Ciprés (*Cupressus lusitánica*) 33%, Cordoncillo (*Piper bogotense*), Aliso (*Alnus acuminata*) 19,4%, Arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*) 19,3%, Salvia (*Buddleja bullata*) 17,8%, Amarguero amarillo (*Critoniopsis bogotana*) 17,5%, Tuno (*Miconia squamulosa*) 17,4%, Cucharero (*Myrsine guianensis*) 17,1%.

Tabla 9

IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Cáqueza

Índice de Valor de Importancia para las primeras 10 especies - Cáqueza								
Especie	Cantidad	Área copa M ²	# Apariciones	Abundancia %	Cobertura %	Frecuencia %	IVI 300 %	IVI 100 %
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	149	2947,0	6	14,4520	1,0877	75	90,5	30,1
<i>Fraxinus chinensis</i>	138	3912,2	6	13,3851	1,4440	75	89,8	29,9
<i>Ficus americana</i>	12	749,5	6	1,1639	0,2766	75	76,4	25,4
<i>Psidium guajava</i>	62	1294,3	5	6,0136	0,4777	62,5	68,9	22,9

<i>Trichanthera gigantea</i>	37	872,1	5	3,5887	0,3219	62,5	66,4	22,1
<i>Myrcia splendens</i>	20	332,4	5	1,9399	0,1227	62,5	64,5	21,5
<i>Eucalyptus grandis</i>	91	2764,6	4	8,8264	1,0204	50	59,8	19,9
<i>Citharexylum kunthianum</i>	15	293,5	4	1,4549	0,1083	50	51,5	17,1
<i>Escallonia paniculata</i>	12	279,2	4	1,1639	0,1031	50	51,7	17,0
<i>Persea americana</i>	12	195,6	4	1,1639	0,0722	50	51,2	17,0

En el municipio de Cáqueza, el orden de importancia ecológica en las especies inventariadas en los predios evaluados es: Arrayán (*Myrciantes rhopaloides*) 30,1%, Urapán (*Fraxinus chinensis*) 29,9%, Higuerón (*Ficus americana*) 25,4%, Guayabo (*Psidium guajava*) 22,9%, Cajeto (*Trichanthera gigantea*) 22,1%, Arrayán de hoja pequeña (*Myrcia splendens*) 21,5%, Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) 19,9%, Agracejo (*Citharexylum kunthianum*) 17,1%, Chilco (*Escallonia paniculata*) 17%, Aguacate (*Persea americana*) 17%.

Tabla 10

IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Quetame

Índice de Valor de Importancia para las primeras 10 especies - Quetame								
Especie	Cantidad	Área copa M ²	# Apariciones	Abundancia %	Cobertura %	Frecuencia %	IVI 300%	IVI 100%

<i>Inga marginata</i>	94	3518,7	7	15,6406	2,0265	87,5	105,1	35,05
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	78	1827,6	6	12,9784	1,0526	75	89,03	29,67
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	53	923,6	6	8,8186	0,5319	75	84,35	28,11
<i>Fraxinus chinensis</i>	41	1105,2	6	6,8220	0,6365	75	82,45	27,48
<i>Vismia baccifera</i>	41	667,7	5	6,8220	0,3846	62,5	69,70	23,23
<i>Eucalyptus globulus</i>	28	1096,4	5	4,6589	0,6314	62,5	67,79	22,59
<i>Trichanthera gigantea</i>	15	294,1	5	2,4958	0,1694	62,5	65,16	21,72
<i>Ochroma pyramidale</i>	22	505,7	4	3,6606	0,2913	50	53,95	17,98
<i>Clusia multiflora</i>	16	383,2	4	2,6622	0,2207	50	52,88	17,62
<i>Cupressus lusitanica</i>	54	2926,5	3	8,9850	1,6855	37,5	48,17	16,05

En Quetame se encuentra la especie Guamo (*Inga Marginata*) en el primer lugar de importancia ecológica con un índice de importancia del 35%, El Palo Blanco (*Cinnamomum triplinerve*) 29,6%, Arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*) 28,1%, Urapán (*Fraxinus chinensis*) 27,4%, Carate (*Vismia baccifera*) 23,2%, Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) 22,5%, Cajeto (*Trichanthera gigantea*) 21,7%, Balso (*Ochroma pyramidale*) 17,9%, Gaque (*Clusia multiflora*) 17,6%, Ciprés (*Cupressus lusitánica*) 16%.

Tabla 11*IVI Para las Diez Primeras Especies en el Municipio de Guayabetal*

Índice de Valor de Importancia para las primeras 10 especies - Guayabetal								
Especie	Cantidad	Área copa M ²	# Apari cione s	Abunda ncia %	Cobert ura %	Frecue ncia %	IVI 300 %	IVI 100 %
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	50	1037,5	8	8,7873	0,5827	100	109,3	36,45
<i>Calycolpus moritzianus</i>	146	3048,9	5	25,6591	1,7125	62,5	89,87	29,95
<i>Psidium guajava</i>	50	898,4	6	8,7873	0,5047	75	84,29	28,09
<i>Eucalyptus globulus</i>	23	833,5	5	4,0422	0,4682	62,5	67,01	22,33
<i>Ficus americana</i>	13	790,1	5	2,2847	0,4438	62,5	65,22	21,74
<i>Cedrela odorata</i>	27	816,8	4	4,7452	0,4588	50	55,20	18,40
<i>Tibouchina lepidota</i>	22	290,0	4	3,8664	0,1629	50	54,02	18,01
<i>Citrus limon</i>	17	251,7	4	2,9877	0,1414	50	53,12	17,71
<i>Jacaranda caucana</i>	8	153,9	4	1,4060	0,0865	50	51,49	17,16
<i>Vismia baccifera</i>	8	152,3	3	1,4060	0,0856	37,5	38,99	12,99

Para el municipio de Guayabetal, el Palo Blanco (*Cinnamomum triplinerve*) es la especie con más IVI con 36,4%, Guayabillo (*Calycolpus moritzianus*) 29,9%, Guayabo (*Psidium guajava*) 28%, Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) 22,3%, Higuierón (*Ficus americana*) 21,7%, Cedro (*Cedrela odorata*) 18,4%, Siete cueros (*Tibouchina lepidota*) 18%, Limón (*Citrus limón*) 17,7%, Gualanday (*Jacaranda caucana*) 17,1%, Carate (*Vismia baccifera*) 12,9%.

Índices de Shannon, Simpson y Jaccard

Tabla 12

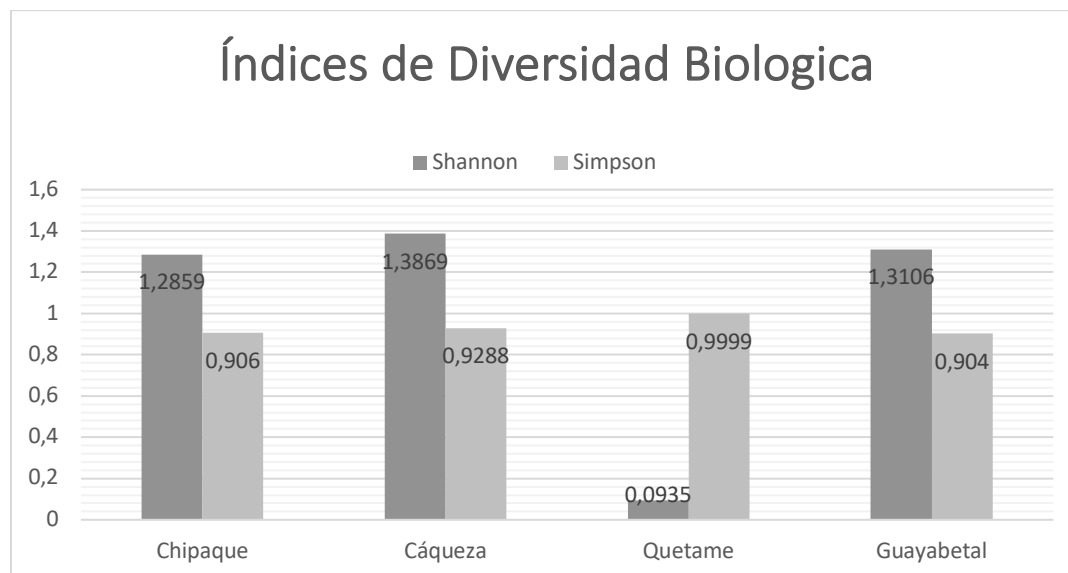
Índices de Diversidad Alfa

Índice de Shannon		Índice de Simpson	
Chipaque	H' 1,2859	Chipaque	0,9060
Cáqueza	H' 1,3869	Cáqueza	0,9288
Quetame	H' 0,0935	Quetame	0,9999
Guayabetal	H' 1,3106	Guayabetal	0,9040

El índice de Shannon concluye información sobre la diversidad de especies, se simboliza como H' y su expresión es con un número positivo, el cual en la mayoría de los estudios varía entre 0,5 y 5. Entre más alto el valor, mayor la diversidad biológica.

Figura 5

Comparativo de los Índices de Diversidad por Municipio



p_i (Proporción de Individuos) es la abundancia relativa de cada especie (en número de individuos o en cobertura). Este índice aumenta con el número de especies presente en el rodal y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares (Del Río et al 2003). De acuerdo con el autor, el índice de Shannon se expresa en forma numérica, cuanto más alto el valor mayor la diversidad de especies en el muestreo. Por lo general el rango de valores se encuentra de 1 a 5.

El índice de Simpson (1949) mide la probabilidad de que dos individuos de la población extraídos al azar sean de la misma especie; valores altos indican dominancia de alguna especie (Del Río et al 2003). Para los cuatro municipios objeto del presente estudio se encuentra valores superiores a 0,9, por lo que se considera una alta probabilidad de que, al extraer aleatoriamente

dos individuos de una muestra, estos sean la misma especie, lo que se interpreta como baja diversidad.

La interpretación del índice de similitud de Jaccard, se demuestra por medio del agrupamiento Jerárquico, el cual, mediante el análisis y asocio, se representa en un dendrograma (Figura 5). El dendrograma liga la cercanía de elementos en un sistema.

En la figura (5) el dendrograma se representa en tres conglomerados uno de los cuales tiene una notable superioridad de especies con 55, en los otros dos se encuentran 7 y 2 especies respectivamente. La agrupación de conglomerados se observa a la altura de la distancia euclídea de 150. Los valores en la margen derecha del dendrograma son la representación de cada especie evaluada según su valor de importancia IVI.

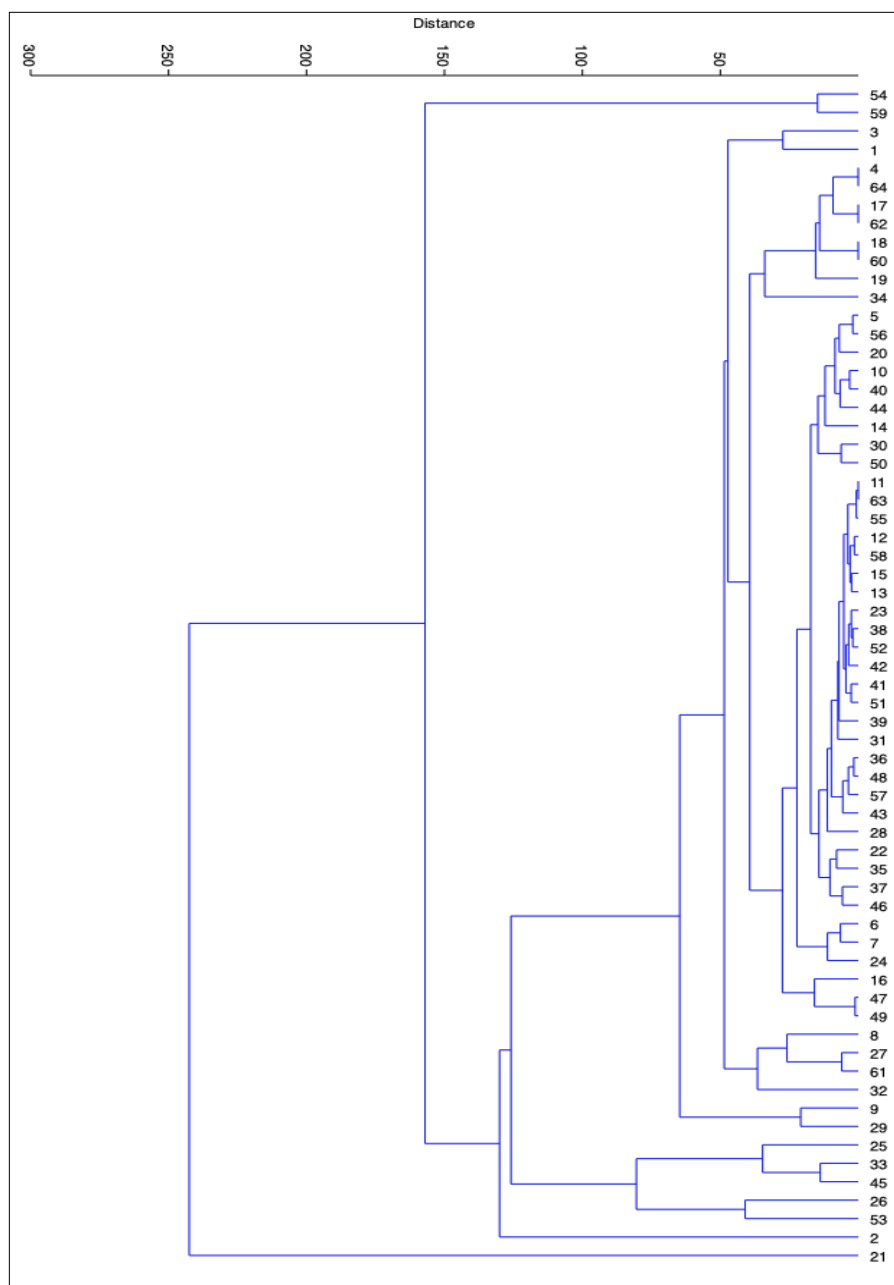
El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies (Reyes et al. 2009).

Índice de Jaccard. 0,7

Como se demuestra mediante el dendrograma, es el alto grado de tejido entre las especies lo que constituye una estrecha relación entre la composición de estas para los cuatro municipios.

Figura 6

Dendrograma de la Semejanza en Cuanto a Presencia de Especies Entre los Cuatro Municipios



Nota. Realizado en software Past 3.

Clasificación Criterio Funcional

Para realizar el análisis funcional se identificó el predio con más diversidad de especies en cada municipio, lo anterior tomando el criterio de la evaluación inicial de caracterización e inventario de especies (Tablas 8,9,10 y 11). Continuo se elaboró un producto cartográfico donde se identifican los individuos inventariados y georreferenciados (Figuras 7,8,9 y 10); para la elaboración de estas salidas gráficas se tomaron las capas de coberturas (Información generada en el marco del proyecto CEVBV), y la capa de georreferenciación derivada del presente estudio. Partiendo del análisis espacial se realiza la descripción funcional de las principales especies en el predio con más diversidad de especies por municipio. Realizando el ejercicio en el predio con más diversidad de especies arbóreas, se logran identificar los usos locales de los árboles en los sistemas de producción agropecuaria.

Tabla 13

Funcionalidad de 8 Especies de Importancia Estructural en el Predio Cristo Rey

Tecnología agroforestal \ Especie	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Abatia parviflora</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Piper bogotense</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Critoniopsis bogotana</i>	<i>Miconia squamulosa</i>	<i>Myrsine guianensis</i>
<i>Cerca viva</i>			X					X
Árboles en linderos	X			X				
División de potreros	X		X	X	X			
<i>Tiras de vegetación circundante a bosques</i>	X				X		X	
<i>Árboles en cultivos transitorios</i>	X	X	X					
<i>Árboles en pasturas</i>	X							
<i>Barbecho o rastrojo</i>						X		

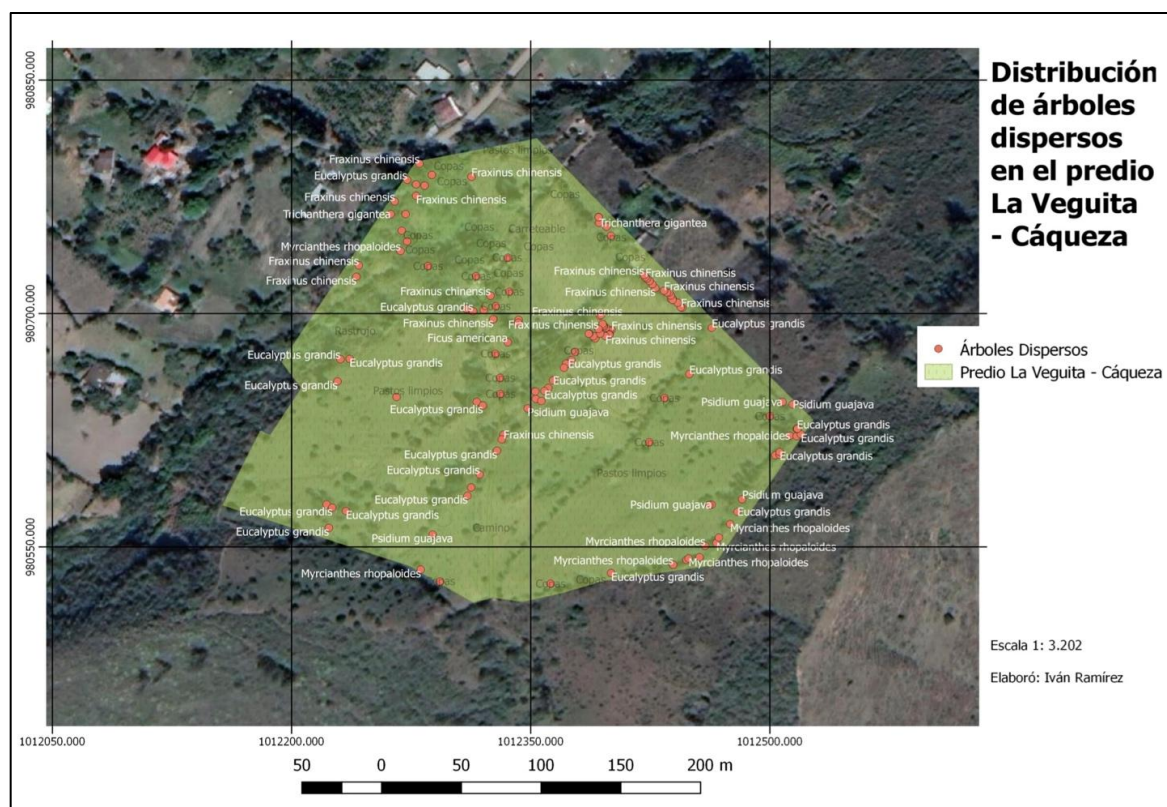
Nota: Adaptado de Ospina 2004.

Las cercas vivas son un conjunto de árboles que forman una línea con el fin de dividir o delimitar un área o sistema; mientras que los árboles en linderos son individuos dispersos que se encuentran en límites prediales; en cuanto a la función arbórea en la división de potreros, esta se cumple limitando la extensión de los sistemas productivos pecuarios; los árboles en contornos o rodales, son individuos que se encuentran agrupados en un menor número formando leves parches de cobertura; Las tiras de vegetación circundante a bosques son áreas de amortiguación que aportan a la resiliencia de los bosques nativos; los árboles en cultivos transitorios son

individuos presentes en cultivos de ciclos semestrales o anuales; los individuos presentes en pastos de corte se referencian como árboles en pasturas; los árboles en cultivos permanentes son aquellos como el guamo en el café, cumpliendo la debida función ecosistémica y productiva; también se encuentran los árboles en rastrojos, áreas de sucesión después de realizado un cambio de cobertura o aprovechamiento.

Figura 8

Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de Especies en el Municipio de Cáqueza



El predio más diverso en el municipio de Chipaque es Cristo Rey, En la tabla (13) se evidencia una funcionalidad más amplia para la primera especie en orden de importancia. El Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) cumple cinco diferentes funciones en un predio con áreas productivas y de bosque natural, El Ciprés (*Cupressus lusitánica*) sigue en el orden de mayores funciones dentro del sistema, las dos primeras especies en el predio son foráneas.

Tabla 14

Funcionalidad de 7 Especies de Importancia Estructural en el Predio La Veguita

Especie							
Tecnología agroforestal	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	<i>Fraxinus chinensis</i>	<i>Ficus americana</i>	<i>Psidium guajava</i>	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Myrcia splendens</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>
<i>Cerca viva</i>	X	X		X	X		X
<i>División de potreros</i>		X					X
<i>Árboles en linderos</i>		X					
<i>Tiras de vegetación circundante a bosques</i>							X
<i>Árboles en cultivos transitorios</i>							
<i>Árboles en pasturas</i>	X		X	X			
<i>Barbecho o rastrojo</i>	X						

Nota. Adaptado de Ospina 2004.

En el municipio de Cáqueza tabla (14), el predio más diverso es La Veguita en el cual el Arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*) cuenta con tres funciones en el sistema al igual que el Urapán (*Fraxinus chinensis*) y Eucalipto (*Eucalyptus grandis*).

Figura 9

Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de Especies en el Municipio de Quetame

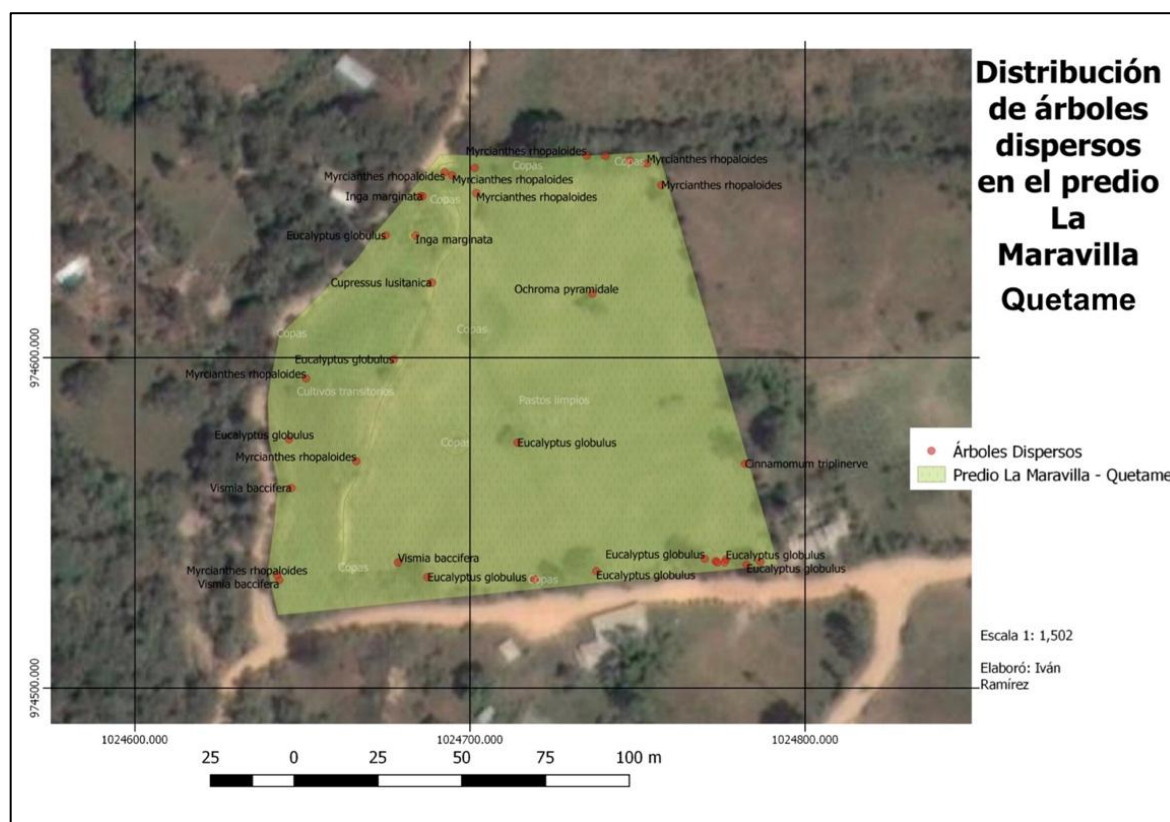


Tabla 15

Funcionalidad de 7 especies de importancia estructural en el predio La Maravilla

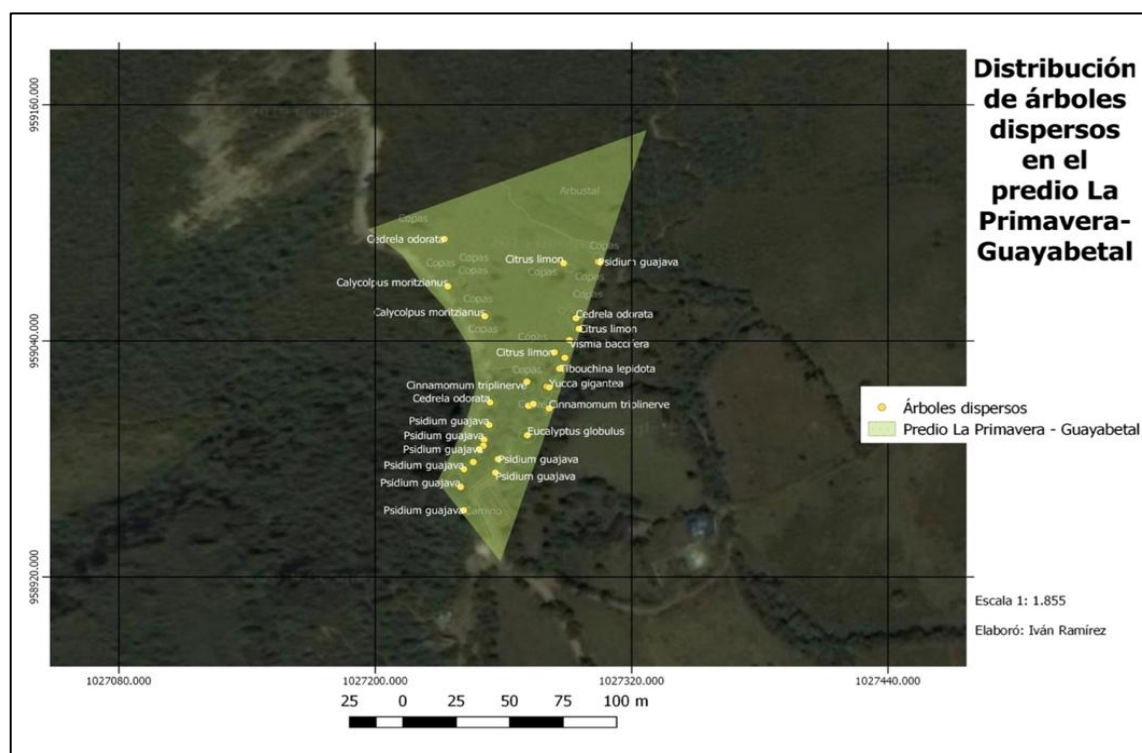
Especie							
Tecnología agroforestal	<i>Inga marginata</i>	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	<i>Vismia baccifera</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>
<i>Árboles en linderos</i>	X	X	X	X	X		
<i>División de potreros</i>							
<i>Árboles en contornos o rodales</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Árboles en pasturas</i>						X	

Nota. Adaptado de Ospina 2004.

En el municipio de Quetame el predio con más especies es La Maravilla, en el cual la presencia más nutrida se da en los linderos, contornos y rodales. Las especies más representativas en funcionalidad son el Guamo (*Inga marginata*), Arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*), Carate (*Vismia baccifera*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Balso (*Ochroma pyramidale*)

Figura 10

Ubicación Espacial de los Árboles Dispersos en el Predio con más Diversidad de Especies en el Municipio de Guayabetal



En el predio La Primavera de Guayabetal las funciones más representativas de los árboles dispersos son en linderos y rodales. Las especies con más funciones son el Guayabo (*Psidium guajava*), Cedro (*Cedrela odorata*), y el Palo Blanco (*Cinnamomum triplinerve*).

Tabla 16

Funcionalidad para las 8 Primeras Especies en el Predio La Primavera, Guayabetal

Especie Tecnología agroforestal	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	<i>Calycolpus</i>	<i>Psidium guajava</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Tibouchina lepidota</i>	<i>Citrus limon</i>	<i>Vismia baccifera</i>
<i>Cerca viva</i>								
<i>Árboles en linderos</i>	X		X			X		X
<i>División de potreros</i>							X	
<i>Árboles en contornos o rodales</i>		X	X	X	X			
<i>Tiras de vegetación circundante a bosques</i>	X		X		X			

Nota. Adaptado de Opina 2004

Conclusiones

Los árboles dispersos cumplen funciones ecológicas y productivas al interior de sistemas agropecuarios. Para el caso del presente estudio la localización de los árboles se encasilla en una tipología de función agroforestal. Esta localización no está dirigida por un diseño agroforestal, la funcionalidad se encuentra establecida por su ubicación, a excepción de los sistemas agroforestales con café, los cuales cuentan con diseños realizados previamente.

En los municipios de Chipaque y Cáqueza se encuentra la mayor diversidad en cuanto a familias. La familia más presente en todo el territorio evaluado fue Myrtaceae, el 78% de las especies identificadas se encuentra en el grupo de árboles nativos. En cuanto al uso de las especies en los sistemas productivos, los árboles en linderos cuentan con mayor diversidad, los árboles en contornos o rodales igualmente cuentan con diversidad de especies.

Los municipios de Chipaque, Cáqueza y Guayabetal mantienen una diferencia máxima de $H' 0,101$ en el índice de Shannon, estos municipios cuentan con un valor promedio de $H' 1,3278$ el cual evidencia una diversidad regular. El municipio de Quetame se encuentra en el rango de baja diversidad de especies arbóreas dispersas. En cuanto al índice de Jaccard el asocio de especies entre municipios se encuentra encabezado por las Myrtaceae, con dos (2) especies de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y (*Eucalyptus grandis*). En el componente de las tecnologías agroforestales, la funcionalidad de “división de potreros” es la más abundante en el municipio de Chipaque; en Cáqueza la función más representativa son las “cercas vivas”; en Quetame son los “árboles en contornos o rodales”; por último, en Guayabetal la mayor funcionalidad de árboles en los sistemas agropecuarios son los “árboles en linderos” y en contornos y rodales.

En el municipio de Chipaque se inventariaron un total de 1143 individuos arbóreos en un área total de 886.860 M² los cuales cuentan con una cobertura proporcionada por los árboles de 27.596 M². En Cárquez 1031 árboles caracterizados con un área total de 270.933 M² y una cobertura de 25.801 M². En Quetame se inventariaron 601 individuos en un área total de 173.635 M², obteniendo una cobertura de 17.899 M². En Guayabetal se inventariaron 569 árboles en un área de 178.040 M² dando como cobertura un área de 13.010 M².

Aunando los dos indicadores de medición, las especies con mayor índice de importancia y funcionalidad son: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus lusitánica*), Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides*), Urapán (*Fraxinus chinensis*), Guamo (*Inga marginata*), Cedro (*Cedrela odorata*), y Palo Blanco (*Cinnamomum triplinerve*).

El estudio del paisaje como lo es la composición y estructura brinda herramientas que aportan a la construcción del territorio, evalúa el estado actual de cobertura arbórea fuera del perímetro de los bosques naturales, y aporta a la línea base de información ambiental de los cuatro municipios en cuestión. El sustento científico nutre al ya rico y diverso conocimiento que las comunidades locales tienen sobre el uso de los sistemas agroforestales, estas prácticas no solo generan espacios de recuperación y conservación, además son el núcleo de cultura y conocimiento que fortalecen el manejo holístico del medio.

Referencias

- Acosta, V. Araujo Publio, A. Iturre, Marta. (2006). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Santiago del Estero. (Ed.), Caracteres estructurales de las masas.
- Castaño Uribe, C. (2002). Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (Ed.), Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición de HotSpot & global climatic tensor
- Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Chipaque, Cundinamarca. (2000).
- Esquema de ordenamiento territorial Cáqueza Cundinamarca, (2000). Extraído de <http://cdim.esap.edu.co/Banco Conocimiento/C/caqueza Cundinamarca EOT Cáqueza Cundinamarca eot 2000.asp>
- Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Guayabetal. metodología, marco legal y diagnóstico rural. (2001).
- Esquema de ordenamiento territorial parte 1 Quetame Cundinamarca, (1999).
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal Manuscrito inédito. Extraído de <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Iglesias Martínez, I. 1998. muestreo de Áreas: Diseño de muestras y estimación en pequeñas áreas Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid, España.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2015). Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial. Extraído de <https://sigot.igac.gov.co>
- J. Beer, C.A. Harvey, M. Ibrahim, J.M. Harmand, E. Somarriba y F. Jiménez. (2003). Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. Ponencia presentada en el Congreso Forestal Mundial. Québec, Canadá.
- Jiménez, F. Muschler, R. (1999). Conceptos básicos de Agroforestería. Módulo de enseñanza Agroforestal: “Introducción a los Sistemas Agroforestales” Proyecto Agroforestal CATIE -GTZ. Turrialba, Costa Rica.
- Klein, C. (2000). Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grandes espacios. Los Árboles Fuera Del Bosque, 51
- López Peña, C. (2008). Departamento de Economía y Gestión Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. (Ed.), Tema no 2: Morfología dasométrica. medición de la copa. medición de diámetros. espesor de corteza. medición de distancias, señalización de árboles. Extraído de <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/dasometria>
- M. del Río, F. Montes, I. Cañellas y G. Montero. (2003). Índices de diversidad estructural en masas forestales. Revista Investigación Agraria, 12
- Monje, C. (2011). El corredor Ecológico Vial Bogotá Villavicencio: espacio de planificación territorial Bogotá, Colombia, Fundación Natura, Coviandes.
- Mora, DJ. Rodríguez C, Alanís E. Jiménez Pérez J. González Tagle M A. Yerena Yamallel, J I. Cuellar Rodríguez, L G. (2013). Estructura, composición florística y diversidad del

matorral espinoso tamaulipeco, México. Ecología Aplicada. Departamento Académico De Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú., 12

Nair, P. K. R. (1997). In Universidad Autónoma de Chapingo (Ed.), Agroforestería

Ospina A., A. (2008). Aproximación a la caracterización agroforestal. síntesis de una propuesta metodológica. Manuscrito inédito, extraído de:

https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/caracterizacion_agroforestal.pdf

Ospina Ante, A. (2004). Propuesta metodológica de clasificación agroforestal. Manuscrito inédito, extraído de:

<http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/agroforesteria/clasificacionagroforestal.pdf>

Plan de Manejo y Ordenamiento del río Blanco, Negro, Guayuriba. (2000). Parques Nacionales Naturales. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena – CORMACARENA.

Restrepo Abadía, J F. (2016). Caracterización vegetal del bosque alto andino en diferentes estados sucesionales de la reserva Biológica “Encenillo”, guasca- Cundinamarca

Reyes, P. Torres, J. (2009). Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condriictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44, 1, 243.

Salbitano, F. Borelli, S. Conigliaro, M. y Chen Y. (2016). En FAO. ONU. (Ed.), Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Roma:

Sánchez, M D. (2015). Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Papel presentado en la Conferencia Electrónica De La FAO Sobre "Sistemas Agroforestales Para Intensificar De Manera Sostenible La Producción Animal En Latinoamérica Tropical".

Society for Ecological Restoration (SER) International. (2004). Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. Principios de SER internacional sobre la restauración ecológica. (Society for Ecological Restoration International ed.)

Van Der Hammen, T. & J.O. Rangel-CH. (1997). El estudio de la vegetación en Colombia.

Apéndices

Apéndice A

Georreferenciación de los 32 Predios Evaluados

