

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN LA FINCA  
LAS MERCEDES MUNICIPIO DE COMBITA**

**DIANA ESPERANZA MONROY HERNANDEZ**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**  
**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**  
**Tecnología agroforestal**  
**Tunja, 2016**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN LA FINCA  
LAS MERCEDES MUNICIPIO DE COMBITA**

**DIANA ESPERANZA MONROY HERNANDEZ**

**Trabajo presentado para optar por el título de Tecnólogo Agroforestal**

**Directora: Ingeniera Andrea García Cabana**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Tecnología agroforestal**

**Tunja, 2016**

NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---

---

---

---

PRESIDENTE DEL JURADO

---

JURADO

---

JURADO

---

## RESUMEN

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo en la Finca Las Mercedes del Municipio de Cóbbita, donde las principales actividades productivas son el cultivo de papa, maíz y el cuidado de ganado bovino y ovino. Es de ahí que surgió la necesidad de implementar un sistema silvopastoril que generara estrategias de mitigación a los daños ocasionados por las actividades agropecuarias, los factores climáticos, sociales y culturales implementados durante muchos años y que han producido degradación de recursos como el suelo y el ecosistema.

Para el diseño e implementación del Sistema Silvopastoril en modalidad de cercas vivas se tuvieron en cuenta diferentes factores como clima, vegetación, actividades agropecuarias que se desarrollan en la zona y las necesidades del productor, el suelo y el ecosistema. De esta forma se lleva a cabo la distribución de 264 árboles de Tilo (*Sambucus peruviana*) y 132 plantas de Aliso (*Alnus acuminata*) plantadas en líneas divisorias de potreros y con proporción 2:1 (2 plantas de Tilo y 1 planta de Aliso) a una distancia de siembra de un metro entre cada planta.

Para lograr un adecuado desarrollo de la plantación se aplicó 250g de abono orgánico a cada árbol al momento de la siembra, y para garantizar la protección se utilizó cerca eléctrica a lado y lado de la línea de árboles para evitar la invasión por parte del ganado.

## ABSTRACT

The development of this project was realized in Las Mercedes farm at Combita town, where the main production activities are potatoe and corn planting and the care of cattle and sheep. For this reason arose the need of introduce a silvopastoril system that produce new mitigation strategies to the damage generated by agricultural activities, climate, social and cultural factors that have been implemented since a long time ago , causing degradation of resources such as soil and ecosystem.

For the design and implemetation of Silvopastoril system in the hedgerow mode we have considered different facts as climate, vegetation, agricultural activities made in the place of study and the needs of the producer, the soil and the ecosystem. In This way we made the distribution of 264 trees Tilo's (*Sambcus peruviana*) and 132 Aliso's plants (*Alnus acuminata*) planted by boundaries of paddocks and with 2 : 1 proportion ( 2 Tilos and 1 Aliso ) with a planting distance one meter of each one.

For get the proper development of the plantation were applied 250g of compost to each tree in the planting time and to guarantee the plant's protection was used electric fence on either side to prevent the invasion by cattle.

## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	9
1 JUSTIFICACION.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo General.....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
3 MARCO TEORICO.....	14
3.1 Marco conceptual .....	14
3.2 Antecedentes.....	17
4 DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	20
5 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	22
5.1 Localización Geográfica.....	22
5.1.1 Municipio de Cóbbita.....	22
5.1.2 Finca Las Mercedes.....	23
5.2 Diseño del Sistema Silvopastoril.....	25
5.3 Presupuesto de Inversión .....	26
6 METODOLOGIA .....	27
6.1 Causas de deterioro del Ecosistema en la Finca Las Mercedes.....	27
6.2 Selección de especies a Utilizar.....	28

	7
6.2.1 Tilo ( <i>Sambucus peruviana</i> ):.....	30
6.2.2 Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ).....	31
7 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SILVOPASTORIL .....	33
7.1 Sistema de Trazado y estacado .....	33
7.2 Plateo y arreglo del terreno.....	34
7.3 Ahoyado.....	35
7.4 Plantación y Fertilización .....	36
7.5 Aislamiento y Protección.....	37
8 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	39
8.1 Análisis Ambiental .....	39
8.2 Análisis Social .....	39
8.3 Análisis Financiero .....	39
9 CONCLUSIONES .....	41
10 RECOMENDACIONES .....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44

**TABLA DE ILUSTRACIONES**

Figura 1 División Política del Municipio de Cóbbita.....	22
Figura 2 Vista Satelital Finca Las Mercedes .....	24
Figura 3 Especies arbóreas zona trópico alto. ....	29
Figura 4 Tilo ( <i>Sambucus peruviana</i> ) .....	30
Figura 5 Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ) .....	31
Figura 6 Plano Diseño del Sistema Silvopastoril .....	32
Figura 7 Trazado y estacado.....	33
Figura 8 Plateo del terreno .....	34
Figura 9 Ahoyado.....	35
Figura 10 Plantación y Fertilización.....	36
Figura 11 Aislamiento y Protección.....	37
Tabla 1 Presupuesto de Inversión.....	26



## INTRODUCCION

Durante mucho tiempo se ha evidenciado que las prácticas agropecuarias representan la principal actividad económica del Municipio de Cóbbita, es así como los productores han incrementado las zonas de pastura y cultivos agrícolas, afectando de manera directa grandes ecosistemas de páramo y bosque que no son recuperables, al contrario con la intensificación de la agricultura y la ganadería se convierten en laderas improductivas con señales de erosión (Díaz Ramos, 2012).

Conscientes de esta problemática y como estrategia de mitigación se realizó la implementación de un sistema silvopastoril en modalidad de cercas vivas que ofrecerá al productor grandes beneficios como la obtención de forrajes, leña, postes y reducción en la implementación de cercas con postes; en cuanto a los beneficios ambientales se evidencia la protección que ofrece a los suelos y la disminución de niveles erosivos, la adecuación del microclima para los animales y la oferta de biomasa que promueve la fertilidad del suelo.

El diseño e implementación del sistema silvopastoril se desarrolló en la Finca Las Mercedes del Municipio de Cóbbita, propiedad del Señor Rigoberto Monroy Rodríguez. La principal actividad económica de este predio se deriva del cultivo de productos agrícolas como la papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*) y el cuidado de ganado bovino y ovino, la intensificación de dichas actividades han generado degradación del suelo y el ecosistema, es por esto que para mitigar los daños ambientales ocasionados se implementó el sistema silvopastoril

en modalidad de cercas vivas en 418m lineales, con especies forestales de Tilo (*Sambucus peruviana*) y Aliso (*Alnus acuminata*) en una proporción de 2:1 para un total de 396 plantas.

Este sistema silvopastoril será exitoso si se asegura el crecimiento, desarrollo y sostenibilidad de los árboles, las praderas y los animales que en éste intervengan, esta actividad estará a cargo del propietario de la finca, quien recibirá los beneficios que de este sistema se van a obtener y quien está dispuesto a realizar las podas, deshierbes y protección de las cercas para el cuidado de la cerca viva.

## 1 JUSTIFICACION

La utilización de los suelos a nivel mundial en los sistemas de producción agropecuaria es a menudo poco sostenibles y contribuyen a la degradación de los suelos agrícolas, los cuales son cada vez más escasos. La causa principal de este problema es la erosión causada por las aguas de lluvia. De las tierras de uso agropecuario a nivel mundial aproximadamente un tercio está dedicada a cultivos y dos tercios a pastos (Aldana Castiblanco, 2005, pág. 155).

Es bien sabido que la ganadería ha sido cuestionada en las últimas décadas como una actividad incompatible con la conservación de nuestros recursos naturales (Pezo, 1994), debido a los sistemas de producción en que se desarrollan estos animales, en buena parte de los municipios de nuestra jurisdicción y los cuales se caracterizan principalmente por originar sobre pastoreo, compactación, pérdida de la cobertura vegetal y por consecuente erosión de tipo hídrico y eólica del suelo, afectando nuestro medio ambiente y la sostenibilidad de estas producciones. Por otra parte, estos sistemas ganaderos contribuyen aún más con la emisión de gases con efecto invernadero tales como metano ( $\text{CH}_4$ ) y por ende en el calentamiento global (Bonilla Cardenas & Lemus Flores, 2012); es de esta manera que para mitigar estos efectos se hace necesario incluir al componente forestal dentro de todos los sistemas ganaderos existentes y qué mejor hacerlo a través de la implementación de Sistemas Silvopastoriles en su modalidad de cercas vivas con especies arbóreas los cuales proporcionan alimentación, confort para los animales, fertilización natural al suelo por medio del reciclaje e interacción de sus componentes y por otra las plantas tienen la capacidad de captar el  $\text{CO}_2$  atmosférico y mediante procesos fotosintéticos metabolizarlo para la obtención de azúcares y otros compuestos que requieren para el normal desarrollo de su ciclo vital. En general, se puede concluir que, las plantas, a través de la

fotosíntesis, extraen el carbono de la atmósfera (en forma de CO<sub>2</sub>) y lo convierten en biomasa. La biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en CO<sub>2</sub> (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa). (Mota, Alcaraz López, Iglesias María, & Carvajal, 2015)

La implementación de sistemas silvopastoriles le permite al productor del Predio Las Mercedes hacer una combinación de ganado con árboles, logrando beneficios en el sistema productivo y el suelo, como principal fuente de alimento, sombra para los animales, cercas vivas, producción de madera, leña, frutos y muchas ventajas más, logrando un manejo sostenible y sustentable de los recursos que conforman el ecosistema.

El excelente desarrollo del sistema silvopastoril en la región, será un modelo a seguir para los demás productores, creando grandes oportunidades a nivel económico, social, cultural y ambiental.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema silvopastoril en la finca Las Mercedes Municipio de Cóbbita.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las causas que han generado deterioro del ecosistema de la finca Las Mercedes.
- Seleccionar las especies propias para llevar a cabo el diseño del sistema silvopastoril.
- Diseñar e implementar cercas vivas como medio de protección y regeneración del predio Las Mercedes del municipio de Cóbbita.

### 3 MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco conceptual

Según (Moreno, 2007, pág. 14) La Teoría General de Sistemas (TGS) fue concebida por Ludwig Von Bertalanffy en el año 1926 cuando hizo sus primeros enunciados. Cuestionando la Biología y definiendo la teoría general de sistemas.

“La Teoría General de Sistemas se encarga de analizar un sistema en forma general, posteriormente los subsistemas que los componen y las interrelaciones que existen entre sí, para cumplir un objetivo. Es decir busca semejanzas que permitan aplicar leyes idénticas a fenómenos diferentes y que a su vez permitan encontrar características comunes en sistemas diversos.”

(Moreno, 2007, pág. 18)

Como parte de este gran sistema que es el medio ambiente se identifica la agroforestería la cual está definida por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) como el grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave. (FAO, 2016)

Dentro de estos sistemas de producción se encuentran los sistemas silvopastoriles (SSP) que son una modalidad de agroforestería ganadera que combina en el mismo espacio plantas forrajeras como pastos, leguminosas y rastreras, con arbustos y árboles destinados a la

alimentación animal y usos complementarios” (Zuluaga S, Giraldo, & Chará, 2011, pág. 5).

Siendo una de las formas más utilizadas en los sistemas silvopastoriles la implementación de cercas vivas, de las cuales se obtienen grandes beneficios como la fertilidad y mejoramiento del suelo, la sombra que genera un microclima para los animales, los productos secundarios dentro de los cuales tenemos la madera para cercas y leña, y el forraje para la alimentación de los rumiantes, son estas las metas y los incentivos para que los productores sean responsables con el cuidado de dicho sistema.

Así mismo (Chamorro & Rey, 2012, pág. 1) define los sistemas silvopastoriles como una alternativa tecnológica de producción ganadera en la cual los árboles y arbustos interactúan con los potreros y bovinos bajo diferentes arreglos espaciales, logrando la reingeniería de la ganadería con conservación de bosques y paramos. Teniendo en cuenta las condiciones del predio, su proceso de degradación y las posibilidades de recuperación que ofrece, además de las recomendaciones que hacen los autores anteriormente mencionados, se ha planteado un diseño que favorezca el cuidado y manejo del ganado en el potrero y le garantice al productor la el desarrollo de las especies forestales plantadas.

Las ventajas de los sistemas silvopastoriles enunciadas por Chamorro & Rey, en 2012 son:

- Uso de la biodiversidad
- Retención de humedad
- Mejoramiento en la fertilidad de los suelos
- Menor erosión y Compactación de suelos

- Mayor producción y calidad del forraje en la pradera
- Protección contra vientos y heladas
- Disminución de estrés animal por factores climáticos
- Mayor respuesta animal

En la aplicación e implementación de nuestro sistema silvopastoril se hace necesario conocer el concepto y funcionalidad de las cercas vivas, (Ortíz, 2007, pág. 185) afirma que “son hileras de árboles y/o arbustos de diferentes alturas, dispuestas en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Son usados para reducir la velocidad del viento y así evitar la pérdida de la fertilidad del suelo debido a erosión eólica, reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y regular las condiciones microclimáticas, reducir la evapotranspiración en áreas cultivadas y controlar el transporte de aerosoles por el viento”.

#### Beneficios de las cercas vivas

- Dividir los potreros
- Tienen mayor vida útil
- Sirven como barrera contra el viento evitando erosión eólica
- Producen madera, leña y postes reduciendo la presión sobre los bosques
- Proporcionan materia orgánica, nutrientes y fertilidad al suelo
- Marcar los linderos de la finca
- Brindar sombra a las especies pecuarias
- Generar forraje para el ganado



- Reducir la presión sobre los bosques
- Albergar especies silvestres especialmente aves.
- Mejorar la apariencia física de la finca y el paisaje

### 3.2 Antecedentes

Para la implementación del sistema silvopastoril se tuvo en cuenta diferentes experiencias que demuestran el éxito de estos sistemas; FEDEGAN y el CIPAV desarrollaron el proyecto de implementación de sistemas silvopastoriles en diferentes regiones de Colombia, en el departamento de Boyacá se gozó de una experiencia con la implementación de SSP en los municipios de Belén, Cerinza, Duitama, Santa Rosa de Viterbo, Tutazá, Socha, entre otros, estas zonas fueron seleccionadas por su gran biodiversidad y contar con áreas protegidas; el proyecto contó con las siguientes 4 fases (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011, pág. 6):

- Implementación de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas generando gran beneficio a la biodiversidad, ofreciendo créditos con costos bajos y asistencia técnica en todas las etapas del proyecto
- Desarrollo de corredores ribereños, donde los productores implementan y conservan los sistemas silvopastoriles que conecten los paisajes ganaderos y a cambio se les ofrece el beneficio de pagos por servicios ambientales (PSA).
- Difusión, monitoreo y evaluación que permita que este sistema de producción sea adoptado por mas ganaderos en las diferentes regiones del país.
- Administración del proyecto, generando reportes ante los financiadores.

Entre los resultados más importantes que se obtuvieron están:

- El pago por servicios ambientales (PSA) generó una mayor implementación de sistemas silvopastoriles en las fincas ganaderas.
- El desarrollo de estos sistemas silvopastoriles generó bienestar al suelo, la biodiversidad, los ecosistemas acuáticos y la emisión de gases de efecto invernadero.
- Se adoptaron prácticas productivas más sanas dejando de lado la eliminación de pasturas con fuego o herbicidas.
- Se realizó PSA a aquellos productores que implementaban SSP, cuidaron bosques y protegieron las zonas ribereñas lo que llevó a los productores a tener un mayor compromiso con el desarrollo del proyecto.
- Culminado el proyecto los productores siguieron implementado los sistemas silvopastoriles como medio de protección y cuidado de los ecosistemas.
- Se pudo observar el aumento de biodiversidad y la captura de carbono en las zonas de desarrollo del proyecto.
- Los sistemas silvopastoriles logran cambiar la actitud de los ganaderos hacia la protección de la biodiversidad.

Una experiencia exitosa a nivel regional fue la implementada en la Finca El Porvenir del Municipio de Belén, donde se realizó la siembra de setos sencillos y dobles para evaluar el desempeño del tilo y comparar diferentes métodos de propagación. En todos los sistemas de siembra, el rebrote y supervivencia fueron superiores al 80% (Calle Díaz , Naranjo , & Mugueitio, 2016).

En las condiciones agroecológicas de esta finca funcionan bien las barreras y setos simples sembrados a 1,25 metros entre plantas. Las barreras dobles se plantaron a un metro entre hileras y medio metro y uno entre plantas.

Se recomienda establecer 600 metros de barreras vivas de tilo (*Sambucus peruviana*) en doble línea/hectárea que equivale aproximadamente a 960 árboles ha-1. La producción de forraje se estima en 15,57 toneladas de materia verde de alto valor nutricional ha-1 año-1 (16% de materia seca y 24,87% de proteína), que equivalen a 2.500 kilogramos de materia seca y casi 400 kilogramos de proteína ha- año. Los cortes se deben hacer cada seis meses. Una ventaja del sistema es que la cosecha de forraje puede hacerse las ramas y suministrarlo a los animales directamente en el potrero sin que se requiera una máquina picadora (Calle Díaz , Naranjo , & Mugueitio, 2016, pág. 122).

La implementación de este sistema corrobora que la plantación de Tilo (*Sambucus peruviana*) genera grandes beneficios en cuanto a la alimentación del ganado, brindando aportes nutricionales y contribuyendo en épocas de escasez, sin dejar de lado los aportes al suelo y el ecosistema.

#### 4 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La degradación de los suelos en el predio Las Mercedes del municipio de Combita se ha visto reflejada en la baja productividad de los suelos y la ausencia de aves e insectos; esto ha sido ocasionado por la intensificación y mecanización en la producción agrícola, el ramoneo, sobrepastoreo del ganado, la deforestación y los crecientes cambios climáticos.

En general podemos observar la falta de conciencia de la población en el manejo y cuidado de sus predios, por lo anterior, es necesario adelantar acciones que conduzcan a un papel más activo de la comunidad en la recuperación de sus suelos y el ecosistema.

Con respecto a la anterior situación se evidencia que las malas prácticas agrícolas en los procesos productivos y el mal uso de agroquímicos, generan un impacto negativo en los recursos naturales como el agua, el suelo, el aire, los animales y las plantas. Los productores deben entender y evaluar el impacto de sus actividades sobre el ambiente y mejorarlo para beneficio de la comunidad, tomar medidas para mermar el daño y el deterioro porque sin estos recursos será imposible la vida misma y la sostenibilidad de la producción agropecuaria (Izquierdo , 2008, pág. 76).

En la región de América, el mayor uso de la tierra de los agro-ecosistemas se dedica a pastizales, que llegan a ocupar, en algunos países, entre 60 y 80% del área teniendo una reducción en los ecosistemas (Murgueitio Restrepo & Muhammad, 2004).

La improductividad de los suelos y los factores climáticos obligan a los productores a invertir cada vez más en suplementos alimenticios para el ganado y en el arreglo y mantenimiento de parcelas, que los alejan cada vez mas de lograr un equilibrio sostenible entre la producción y el cuidado de los recursos naturales.

Por todas estas razones se hace necesario implementar un sistema de producción que abarque las necesidades del productor ganadero, en cuanto a disponibilidad de pastos y forrajes, **mejoramiento de los suelos** y cuidado del medio ambiente que conlleve a un desarrollo sustentable que genere ganancia y garantice la preservación del ecosistema.

## 5 DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 5.1 Localización Geográfica

#### 5.1.1 Municipio de Cóbbita



Figura 1 División Política del Municipio de Cóbbita

Fuente: (Alcaldía de Cóbbita, 2016)

El Municipio de Cóbbita se encuentra ubicado en la provincia centro de Departamento de Boyacá, tiene una extensión total de 149Km<sup>2</sup>, se ubica a 2825 m.s.n.m, y se localiza a 5°39'25 de latitud Norte y a 73°20' al Oeste de Greenwich, con una temperatura promedio de 13°C. Limita por el norte con el municipio de Arcabuco y departamento de Santander; por el nororiente con el municipio de Sotaquirá; al oriente con los municipios de Tuta y Oicatá; por el sur con los

municipios de Tunja y Motavita; por el occidente con los municipios de Arcabuco y Motavita. (Alcaldía de Cómbita, 2016)

Según (Díaz Ramos, 2012) las principales actividades económicas del municipio son la agrícola con cultivos de papa, maíz, cebada, arveja, y algunos frutales propios de clima frío; y la explotación pecuaria está orientada a ganadería de doble propósito, las razas predominantes son: criollo, holtstein y cruces de normando. En este momento, en el Municipio los ganaderos han unido conformando cooperativas lecheras donde tecnifican la producción y la comercializan dentro y fuera del municipio.

#### 5.1.2 Finca Las Mercedes

El establecimiento del sistema silvopastoril se llevó a cabo en la Finca Las Mercedes del Municipio de Cómbita, que se encuentra georeferenciada en el punto de inicio con las coordenadas  $5^{\circ}677'460''N$  y  $73^{\circ}320'380''W$ , ubicada a una altura aproximada de 2850 msnm, hace parte de la cuenca alta del río Chicamocha y cuenta con una extensión de 36.400 m<sup>2</sup>. Según (Monroy Rodríguez, 2016) Este predio ha sido fuente económica durante varios años, gracias a la explotación Agrícola de monocultivos de maíz, papa, cebada, avena, en la actualidad el predio está dispuesto para el cultivo de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), carretón (*Medicago polymorpha*) y diente de león (*Taraxacum officinale*) para el cuidado de 10 cabezas de ganado bovino para producción lechera y 5 cabezas de ganado ovino.

En la siguiente imagen se observa el área de la finca y la delimitación del perímetro de siembra, con medidas en metros para cada línea de cerca viva.



*Figura 2 Vista Satelital Finca Las Mercedes*

Fuente: (Google maps, 2016)



## 5.2 Diseño del Sistema Silvopastoril

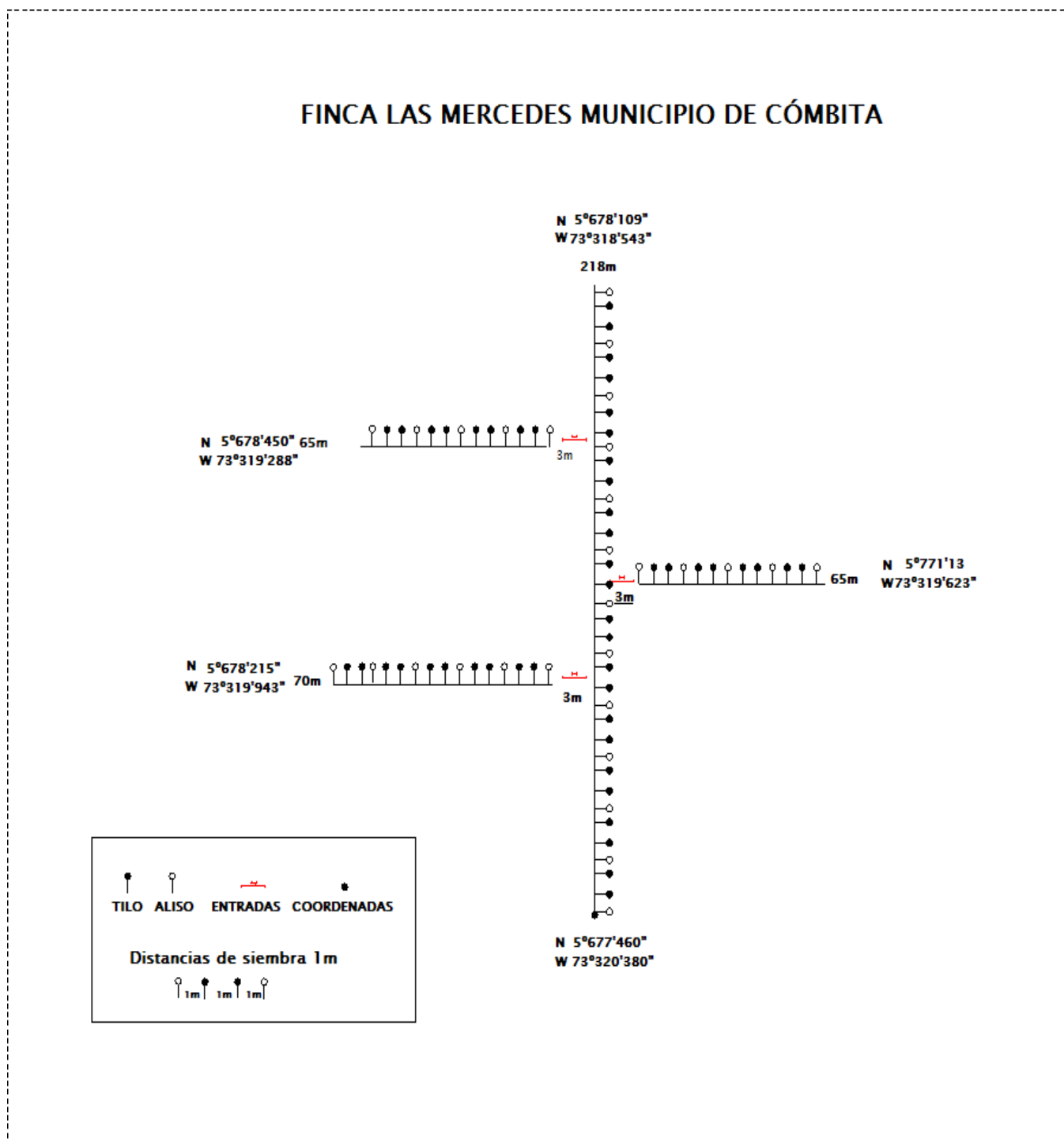


Figura 6 Plano Diseño del Sistema Silvopastoril

Fuente (Monroy, 2016)

### 5.3 Presupuesto de Inversión

A continuación se evidencia los costos de inversión, para el diseño e implementación del sistema silvopastoril en la Finca Las Mercedes.

INSUMOS - ESTABLECIMIENTO SISTEMA SILVOPASTORIL				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Material vegetal Tilo ( <i>Sambucus peruviana</i> )	Planta	150	DONACION	\$ 0
Material vegetal Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> )	Planta	320	DONACION	\$ 0
Fertilizante Orgánico	Bulto	4	\$ 15.000	\$ 60.000
SUBTOTAL INSUMOS - SISTEMA SILVOPASTORIL				\$ 60.000
INSUMOS - AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN				
Postes muertos	Unidad	80	\$ 500	\$ 45.000
Aisladores	Unidad	160	\$ 100	\$ 16.000
Alambre para cerca eléctrica	Metros	500m	\$ 100	\$ 50.000
SUBTOTAL INSUMOS AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN				\$ 111.000
MANO DE OBRA NO CALIFICADA - ESTABLECIMIENTO SISTEMA SILVOPASTORIL				
Trazado y estacado	Jornal	2	\$ 20.000	\$ 40.000
Ahoyado	Jornal	4	\$ 20.000	\$ 80.000
Plantación de material vegetal y aplicación de fertilizante	Jornal	4	\$ 20.000	\$ 80.000
Aislamiento y Protección	Jornal	2	\$ 20.000	\$ 40.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA - SISTEMA SILVOPASTORIL		12	-	\$ 240.000
TOTAL DE INVERSION - SISTEMA SILVOPASTORIL		-	-	\$ 411.000

Tabla 1 Presupuesto de Inversión

## 6 METODOLOGIA

### 6.1 Causas de deterioro del Ecosistema en la Finca Las Mercedes

Teniendo en cuenta a (Díaz Ramos, 2012) quien manifiesta que la actividad económica más importante del municipio es la agrícola con la producción de papa, arveja, maíz y algunos frutales propios de clima frío, se ha hecho evidente que la implementación de estos monocultivos ha deteriorado notablemente la producción agrícola en esta zona.

Según la experiencia de (Monroy Rodríguez, 2016) dueño de La Finca Las Mercedes, afirma que durante varios años se ha venido dedicando a la explotación de cultivos agrícolas de papa y maíz; utilizando tractor con arado, rastrillo y retobo para hacer el rompimiento de la estructura del terreno, causando de esta manera pérdida de nutrientes, degradación e improductividad del terreno. Así mismo la actividad ganadera que en esta finca se ha desarrollado por mucho tiempo, evidencia el deterioro del suelo y la compactibilidad de su estructura generando erosión por el pisoteo y ramoneo de los ovinos y bovinos.

Otra versión brinda (Ochoa , 2015) al indicar que la deforestación de especies nativas y protectoras de la zona se debió a que éstas fueron vistas como especies invasoras que limitaban el espacio de los cultivos agrícolas. Los maderables como pino y eucalipto eran talados para la elaboración de postes para cercar poteros, leña para la combustión y repisas para construcción.

Se puede determinar que los vientos por la falta de protección arbustiva hacen el suelo se vea afectado en las zonas de pendiente, pegando directamente y generando erosión de tipo eólico.

Con las razones expuestas anteriormente y viendo la necesidad de generar cambios en el suelo y el ecosistema se tomó la decisión de establecer en la Finca Las Mercedes el diseño de un sistema silvopastoril en modalidad de cerca viva, donde se plantó un perímetro de 418m. Para lograr el objetivo de este diseño se realizaron las siguientes actividades:

## **6.2 Selección de especies a Utilizar**

Para el establecimiento del Sistema Silvopastoril, bajo la modalidad de cercas vivas se hizo una selección de material vegetal de especies adaptables a las condiciones agro ecológicas de la zona, es decir que se desarrollan con tal eficacia que llegan a ejercer un efecto determinante sobre las condiciones ambientales, la estructura y función del ecosistema, caracterizadas porque constituyen la mayor parte de la vegetación endémica de la zona, tienen mayor cobertura y producen cambios en el ambiente que promueven el avance del proceso a favor de los recursos naturales.

Se tomó como referencia a (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011) quienes muestran en el siguiente cuadro las especies arbóreas que se desarrollan en la zona de trópico de altura (2000-3000 m.s.n.m).

Nombre científico	Nombre común (Introducida o Nativa)	Utilidad y crecimiento (Rápido, Moderado y Lento)
<i>Acacia decurrens</i> Willd.	Acacia negra (I)	Fija nitrógeno, forraje, leña, melífero (R)
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Acacia japonesa (I)	Fija nitrógeno, forraje, leña (R)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Aliso (N)	Fija nitrógeno, construcciones rurales, forraje, leña (R)
<i>Cassia tormentosa</i> Bonpl. Ex DC	Alcaparro gigante (N)	Fija nitrógeno, abono verde, melífero (R)
<i>Ceroxylon alpinum</i> Bonpl. Ex DC	Palma de cera (N)	Atrae fauna, embellece paisaje, construcciones rurales (L)
<i>Ceroxylon quinduense</i> (H.Karst) H. Wendl	Palma de cera (N)	Atrae fauna, embellece paisaje, construcciones rurales (L)
<i>Croton magdalenensis</i> Müll. Arg	Sangregao, drago (N)	Construcciones rurales (R)
<i>Nageia rospigiosii</i> (Pilg.) de Laub	Pino colombiano (N)	Muebles finos, madera aserrada, atrae fauna (L)
<i>Erythrina rubrinervia</i> Kunth.	Chocho (N)	Forraje, poste vivo, artesanías, melífero (M)
<i>Escallonia paniculata</i> (Ruiz&Pav.) Roem. & Shult	Chilco colorado (N)	Construcciones rurales, postes, atrae fauna (M)
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto (I)	Postes construcciones rurales, leña, carbón, melífero (R)
<i>Eucalyptus grandis</i> W.Mill ex Maiden	Eucalipto (I)	Postes construcciones rurales, leña, melífero (R)
<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Lechero rojo (N)	Postes vivos (R)
<i>Euphorbia latazi</i> Kunth.	Lechero de cerca (N)	Cercos vivos, medicinal (M)
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Urapán (I)	Construcciones locales, carbón, leña (R)
<i>Juglans neotropica</i> Diels.	Cedro negro (N)	Muebles finos, madera aserrada, atrae fauna (L)
<i>Lafoensia speciosa</i> Kunth.	Guayacán Manizales (N)	Muebles finos, madera aserrada (L)
<i>Meriania nobilis</i> Triana	Amarrabollo (N)	Atrae fauna, embellece paisaje (M)
<i>Miconia spp.</i>	Nigüito (N)	Atrae fauna (R)
<i>Montanoa quadrangularis</i> Sch. Bip.	Arboloco (N)	Postes, construcciones rurales, melífero (R)
<i>Myrica pubescens</i> Humb & Bonpl. ex Willd.	Laurel de cera (N)	Atrae fauna, mejora suelos, postes, betún, barniz, carbón (M)
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Roble andino (N)	Construcciones, madera aserrada y rolliza, carbón, atrae fauna (M)
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sauce sabanero (N)	Postes vivos, medicinal, zonas encharcadas (R)
<i>Sambucus spp.</i>	Sáuco (N)	Medicinal forrajero, atrae fauna (M)
<i>Sambucus peruviana</i> Kunth.	Tilo	Medicinal forrajero, atrae fauna (M)
<i>Tecoma stans</i> (L) Juss. Ex Kunth	Chirlobirlo, Fresno (N)	Medicinal, leña, alimento fauna, melífero (R)
<i>Tibouchina grossa</i> (L.f) Cogn	Siete cueros (N)	Postes, leña, atrae fauna, belleza paisaje (M)
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill	Siete cueros (N)	Atrae fauna, embellece paisaje postes (M)

Figura 3 Especies arbóreas zona trópico alto.

Fuente (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011, pág. 42)

De las anteriores especies se seleccionaron dos que brindaran los beneficios ambientales, sociales y económicos que se desean y que son de gran adaptabilidad en la zona, para lograr un óptimo desarrollo y conservación de la cerca viva.

### 6.2.1 Tilo (*Sambucus peruviana*):



Figura 4 Tilo (*Sambucus peruviana*)

Fuente: (Monroy, 2016)

Nombre común: Tilo, Sauco

Nombre científico: *Sambucus peruviana*

Familia: Adoxaceae

Clase: Magnoliopsidas

Origen: Norte de Sudamérica y Perú

Adaptación: 2000-3000 msnm.

El Tilo (*Sambucus peruviana*) es una planta arbustiva originaria de los Andes, que puede medir entre tres y seis metros de altura, sus hojas son de color verde claro, copa irregular y tallo retorcido. De rápida recuperación luego de las heladas, veloz crecimiento y fácil propagación, se utiliza como forraje y también como barrera para contrarrestar el efecto negativo de los vientos

sobre los pastos, promoviendo además la presencia de controladores biológicos de plagas que afectan al pasto kikuyo. Requiere de buena humedad (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011, pág. 41).

Para la implementación del sistema silvopastoril en modalidad de cercas vivas se va a sembrar una cantidad de 264 árboles, teniendo en cuenta que esta planta se adapta a las condiciones climáticas soportando las heladas y brindando grandes beneficios al ganado ya que es un forraje de alto valor nutricional y se tiene disponibilidad en épocas de escasez (Calle Díaz , Naranjo , & Murgueitio, 2016, pág. 119).

#### 6.2.2 Aliso (*Alnus acuminata*)



Figura 5 Aliso (*Alnus acuminata*)  
Fuente (Monroy, 2016)

Nombre común: Aliso, Cerezo.

Nombre científico: *Alnus acuminata*

Familia: Betulaceae

Clase: Magnoliopsidas

Origen: México

“El aliso es un árbol Caducifolio, monopódico y monoico, con poda natural que alcanza hasta 30m de altura. Presenta copa estrecha, hojas ovaladas de 6 a 15cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen biserrado (Sanchez M, Amado S, & Criollo C, 2010, pág. 28). El Aliso es Utilizado dentro del Sistema Silvopastoril como medio de protección, conservación y recuperación del suelo aportando Nitrógeno por medio de nódulos de la raíz, optimizando y estabilizando las praderas lo que garantizan alimentación y sombra permanente para el ganado.

Según (Hernández Melo, 2011, pág. 30) la propagación del Aliso se puede hacer de manera sexual (semillas), asexual (estacas) y por medio de brotes basales de árboles adultos. Pero a nivel regional la propagación es realizada por medio de semillas ya que garantiza un mejor desarrollo radicular.

El diseño del sistema silvopastoril cuenta con una cantidad de 132 plántulas de Aliso (*Alnus acuminata*), este árbol es utilizado como medio de protección, conservación y recuperación del suelo gracias a su aporte de nitrógeno, así mismo se utiliza como cerca viva y para sombrero de los animales (Chamorro & Rey, 2012, pág. 11) .



## 7 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SILVOPASTORIL

### 7.1 Sistema de Trazado y estacado



Figura 6 Trazado y estacado  
Fuente (Monroy, 2016)

Se realizó el trazado de una línea guía, delimitando el área viva y sobre esta línea se marcaron las distancias de siembra (Rodríguez & Hurtado Rojas, 2010).

Tomando como referencia (Sanchez M, Amado S, & Criollo C, 2010, pág. 15) El Aliso (*Alnus acuminata*) se sembró dejando tres metros (3m) de distancia entre cada árbol, y se intercaló con Tilo (*Sambucus peruviana*) el cual se sembró a una distancia de un metro (1m) lo que permite que las plantas dispongan de buena luz para su desarrollo.

## 7.2 Plateo y arreglo del terreno



*Figura 7 Plateo del terreno*  
Fuente (Monroy, 2016)

Se realizó la limpieza total del sitio donde se abrió el hoyo para la siembra de las plantas, para lo cual se despejó en un diámetro de 50cm para evitar la competencia de agua y nutrientes con plantas herbáceas (Sanchez M, Amado S, & Criollo C, 2010, pág. 20).



### 7.3 Ahoyado



*Figura 8 Ahoyado*  
Fuente (Monroy, 2016)

Se hicieron los huecos para la siembra de las plantas con dimensiones mayores al tamaño del material vegetal tanto en ancho como alto. En este caso se empleó material en bolsa cafetera (12x18 cm) y se abrieron hoyos con dimensiones de 40cm de ancho X 40 cm de largo X 40 cm



con repique en el fondo para facilitar el desarrollo de la raíz, la captura de humedad y la inclusión de fertilizante (Sanchez M, Amado S, & Criollo C, 2010, pág. 20).

#### 7.4 Plantación y Fertilización



*Figura 9 Plantación y Fertilización*  
Fuente (Monroy, 2016)

Luego de abierto el hoyo se adicionó en el fondo 0,25 kg materia orgánica. Luego se retiró el árbol de la bolsa, se plantó en el hoyo preparado y se apisonó bien la tierra alrededor, sin

permitir que queden bolsas de aire y aporcando para que el cuello de la raíz quede cubierto. La compactación no debe quedar por debajo del nivel del suelo, de esa forma evita el encharcamiento en casos de exceso de lluvia. Por último se recogieron la bolsa plástica del lote (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011, pág. 43).

## 7.5 Aislamiento y Protección



*Figura 10 Aislamiento y Protección*  
Fuente (Monroy, 2016)

La protección de la cerca viva se realizó con cerca eléctrica, dispuesta a un metro (1m) de distancia al lado y lado de los árboles, de tal forma que el ganado no las alcance (Uribe, Zuluaga S, Murgueitio R, & Valencia C, 2011, pág. 44).

## 8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 8.1 Análisis Ambiental

El sistema silvopastoril implementado en la Finca Las Mercedes, genera un impacto favorable ya que ofrece beneficios como: mejoramiento y recuperación de suelos, protección a las parcelas y especies pecuarias de los factores climáticos, garantiza alimentación para el ganado ya sea por ramoneo o mediante la elaboración de silos etc., logrando un manejo sostenible y sustentable de los recursos que acá intervienen.

### 8.2 Análisis Social

El sistema silvopastoril en modalidad de cercas vivas, brinda un ejemplo a seguir para los habitantes de la región, y un modelo cultural de producción que se espera sea tenido en cuenta para implementarlo en más fincas de la zona. Logrando mejores resultados a nivel socio económico y ambiental en el Municipio.

### 8.3 Análisis Financiero

Los costos de inversión del proyecto se ven reflejados en el presupuesto de inversión y fueron asumidos por las partes (productor y ejecutor), gracias a la colaboración de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá –CORPOBOYACA- quienes donaron 470 árboles de las especies Aliso (*Alnus acuminata*) y Tilo (*Sambucus peruviana*) se pudo realizar la implementación del sistema silvopastoril bajando notablemente los costos de inversión; sin



embargo se realizaron gastos como mano de obra, abono orgánico e insumos para protección y mantenimiento por un costo total de Cuatrocientos Once Mil pesos (\$411.000).

La implementación del proyecto es favorable, teniendo en cuenta que la inversión económica será recompensada con los beneficios ambientales, ecosistémicos, paisajísticos y económicos que en un determinado plazo este sistema irá ofreciendo a La Finca Las Mercedes.



## 9 CONCLUSIONES

El diseño del sistema silvopastoril en modalidad de cercas vivas pretende generar beneficios ambientales, económicos y sociales, que aseguren la productividad de la Finca Las Mercedes y la sostenibilidad del ecosistema.

La elección de especies como Tilo y Aliso se hizo teniendo en cuenta adaptabilidad a la zona, los beneficios que brindan al suelo, al productor y al ecosistema.

De los 396 árboles que sembraron el 98% siguió un desarrollo adecuado y el 2% restante sufrió pérdida por encharcamiento. Para asegurar el éxito del sistema silvopastoril se llevó a cabo la resiembra de los 16 árboles.

El desarrollo del sistema silvopastoril en modalidad de cercas vivas, dependerá de la calidad en la cerca de protección, las podas hechas y la limpieza de arvenses que se le dé en el transcurso del tiempo.

## 10 RECOMENDACIONES

Al momento de seleccionar las especies que se van a utilizar en el diseño e implementación del Sistema Silvopastoril, se debe tener en cuenta la capacidad de adaptación, el clima, la altura, los árboles propios de la zona y el suelo; esto con el fin de no ocasionar pérdidas de material vegetal.

Al realizar la siembra de los árboles debemos asegurarnos que no queden espacios de aire dentro del hueco, apisonando la tierra y asegurando que en la superficie quede la tierra elevada para evitar que puedan ocurrir encharcamientos.

El establecimiento de la cerca viva se debe realizar en épocas de lluvia para evitar pérdida de material vegetal por sequía.

Al realizar la adquisición del material vegetal debemos asegurar que los árboles estén sanos, vigorosos y de aproximadamente 30cm de altura para que logren adaptarse a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona de plantación.

La protección de la cerca viva se debe realizar a una distancia considerable, teniendo en cuenta que el ganado hace un ramoneo del pasto que hay dentro de la cerca extendiendo del cuello lo que podría causar pérdida de la plantación.

La inclusión de los niños en este tipo de proyectos, conlleva a generar una conciencia ambiental en cuanto a la siembra, cuidado y preservación de las especies arbóreas y al amor por la naturaleza.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Cóbbita*. (15 de Enero de 2016). Obtenido de [http://www.combita-boyaca.gov.co/mapas\\_municipio](http://www.combita-boyaca.gov.co/mapas_municipio)
- Alcaldía de Cóbbita, B. (Diciembre de 2015). Obtenido de [http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.combita-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)
- Aldana Castiblanco, A. (2005). *Modulo Edafología y Fertilidad*. Bogotá: UNAD.
- Bonilla Cardenas, J., & Lemus Flores, C. (2012). Emision de metano enterico por rumiantes y su contribucion al Calentamiento Global y al Cambio Climatico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 216.
- Calle Díaz , Z., Naranjo , J., & Mugueitio, E. (2016). El Tilo: Puerta de entrada a los silvopastoriles en el Trópico Alto. En *Carta Fedegan* (págs. 118-125). Bogotá: FEDEGAN.
- Chamorro, D., & Rey, A. M. (2012). *Incorporación y Utilización de Arboles y Arbustos en Sistemas de Producción Ganadera*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, Localidad de Sumapaz, EDS, CORPOICA.
- Díaz Ramos, G. (2012). *Plan de Desarrollo Municipal*. Cóbbita.
- FAO, F. A. (25 de 01 de 2016). *FAO (Food Agriculture Organization)*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S04.htm>
- Google maps*. (10 de 01 de 2016). Obtenido de <https://www.google.it/maps/@5.6777549,-73.3193015,224m/data=!3m1!1e3>
- Hernández Melo, M. A. (2011). *Principales Especies Arbóreas y Arbustivas Usadas en Sistemas Silvopastoriles de la Región del Sumapaz - Colombia*. Bogotá: CienciAgro.

- Izquierdo , J. (2008). *Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de Tomate*. Medellín:  
DIVERGRAFICAS.
- Monroy Rodríguez, R. (15 de 01 de 2016). Descripción Finca Las Mercedes. (D. E. Monroy,  
Entrevistador)
- Monroy, D. E. (2016). *Evidencias Fotográficas*. Cóbbita.
- Moreno, P. A. (2007). *Modulo Teoría General de Sistemas*. Bogotá: Unad.
- Mota, C., Alcaraz López, C., Iglesias María, & Carvajal, M. (2015). *INVESTIGACIÓN SOBRE  
LA ABSORCION DE CO2 POR LOS CULTIVOS MAS REPRESENTATIVOS. ESPAÑA:  
LESS CO2 AGRICULTURA REGION DE MURCIA*.
- Murgueitio Restrepo, E., & Muhammad, I. (2004). Ganadería y Medio Ambiente en América  
Latina. *XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004*, (pág. 187).  
Venezuela.
- Ochoa , P. (03 de 12 de 2015). Especies Propias del Municipio de Cóbbita. (D. Monroy,  
Entrevistador)
- Ojeda P, P. A., Restrepo M, J., Villada Z, D., & Gallego, J. (2003). *Sistemas Silvopastoriles una  
Opcion para el Manejo Sustentable de la Ganaderia*. Santiago de Cali: FIDAR,  
PRONATTA, CIAT.
- Ortíz, M. R. (2007). *Modulo de Agroforestería*. Bogotá: UNAD.
- Pezo, D. (1994). Ganaderia y Recursos Naturales en America Central, Estrategias para la  
Sostenibilidad. *Memorias de un Simposio Taller*, 4.
- Rodríguez, J., & Hurtado Rojas, E. (2010). *Sistemas de Producción Sostenible en Cuencas  
Hidrográficas*. Tunja: Corpoboyacá.

Sanchez M, L., Amado S, M., & Criollo C, J. (2010). *El Aliso (Alnus acuminata H.B.K) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto Colombiano*. Bogotá: CORPOICA, FEDEGAN, UNAD, AGAP, UDCA.

Uribe, F., Zuluaga S, A., Murgueitio R, E., & Valencia C, L. (2011). *Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles. Manual 1. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá: CIPAV, FEDEGAN, BANCO MUNDIAL.

Zuluaga S, A. F., Giraldo, C., & Chará, J. (2011). *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. manual 4. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá: CIPAV, FEDEGAN, GEF, BANCO MUNDIAL.