



**PROPUESTA DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL PARA AUMENTAR LA  
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA FINCA LA  
AURORA, LA CALERA**

**Daniela Ochoa Fuentes  
Ivonne Cathalina Pedreros Acevedo**

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, octubre de 2019

**PROPUESTA DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL PARA AUMENTAR LA  
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA FINCA LA  
AURORA, LA CALERA**

**Daniela Ochoa Fuentes  
Ivonne Cathalina Pedreros Acevedo**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Ambiental**

**Directora: Viviana Osorno Acosta**

Línea de Investigación:  
Gestión para el desarrollo urbano y rural sostenible

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, Colombia  
2019

## 1. Tabla de contenido

1.	Tabla de contenido	3
2.	Listado de tablas	5
3.	Listado de figuras	5
4.	Resumen	6
5.	Abstract	7
6.	Introducción	7
7.	Planteamiento del problema	8
	7.1 <i>Pregunta de investigación</i>	9
8.	Justificación	9
9.	Objetivos	10
	9.1 <i>Objetivo general</i>	10
	9.2 <i>Objetivos específicos</i>	10
10.	Marcos de referencia	11
	10.1 <i>Estado del arte</i>	11
	10.2 <i>Marco conceptual</i>	12
	10.3 <i>Marco teórico</i>	13
	10.3.1 Lineamientos para el Manejo Sostenible de Sistemas de Aprovechamiento de Recursos Naturales <i>in situ</i>	14
	10.3.2 Teoría General de Sistemas	14
	10.3.3 Ganadería Colombiana Sostenible	14
	10.3.3 Sistema silvopastoril (SSP)	14
	<b>10.3.3.1 Interacciones dentro del sistema silvopastoril (SSP)</b>	15
	<b>10.3.3.2 Beneficios de los sistemas silvopastoriles</b>	16
	10.3.3.2.1 <i>Suelo</i>	16
	10.3.3.2.2 <i>Agua</i>	17
	10.3.3.2.3 <i>Condiciones atmosféricas</i>	17
	10.3.3.2.4 <i>Biodiversidad</i>	17
	10.3.3.2.5 <i>Para el ganado</i>	17

10.3.3.2.6 <i>Para el ganadero</i>	17
<b>10.3.3.3 Plantas en sistemas silvopastoriles</b>	18
10.4 <i>Marco normativo</i>	18
10.5 <i>Marco geográfico</i>	22
10.6 <i>Marco institucional</i>	26
11. Metodología	26
11.1 <i>Enfoque de la investigación</i>	26
11.2 <i>Alcance de la investigación</i>	27
11.3 <i>Diseño metodológico</i>	27
11.3.2 Elementos metódicos del objetivo específico 2	28
11.3.3 Elementos metódicos del objetivo específico 3	31
12. Plan de trabajo	37
12.1 <i>Cronograma</i>	37
12.2 <i>Presupuesto</i>	38
13. Aspectos Éticos	38
14. Resultados	39
14.1 <i>Resultados objetivo específico 1</i>	39
14.1.1.1 Árboles dispersos en potreros	39
14.1.1.2 Cercas vivas	39
14.1.1.3 Cortinas rompeviento	39
14.1.1.4 Pastura en callejones	40
14.1.1.5 Pasto o forraje	40
14.1.1.6 Banco mixto de forraje	40
14.1.2 Especies de plantas que se pueden sembrar en los SSP y sus potenciales usos	40
14.2 <i>Resultados objetivo específico 2</i>	49
14.2.1 Diagnóstico inicial de la finca La Aurora	49
14.2.1.1 Distribución espacial	49
14.2.2.2 Producción	52
14.2.2.2 Clima	53
14.2.2.4 Suelo	58
14.2.2.5 Flora	59
14.2.2.6 Fauna	61
14.2.2.7 Conocimiento sistemas silvopastoriles	61
14.3 <i>Resultados objetivo específico 3</i>	62

14.3.1 Cercas vivas	63
14.3.1.1 Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	63
14.3.1.2 Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> )	64
14.3.2 Pastura en callejones	68
14.3.2.1 Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> )	68
14.3.2.2 Tilo ( <i>Sambucus peruviana</i> )	68
14.3.2.3 Sauco ( <i>Sambucus nigra</i> )	68
15. Análisis y discusión de resultado	74
16. Conclusiones	77
17. Recomendaciones	78
18. Referencias bibliográficas	79
19. Anexos	87
Anexo 1. Entrevista semi-estructurada	87
Anexo 2. Distancia y números de árboles por surco en cada zona	88

## 2. Listado de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tabla 1. Normas legales que aplican al proyecto.....	19
<b>Tabla 2.</b> <i>Actores institucionales involucrados en el proyecto</i> .....	26
<b>Tabla 3.</b> <i>Categorías para la entrevista semiestructurada</i> .....	28
<b>Tabla 4.</b> <i>Matriz metodológica</i> .....	35
<b>Tabla 5.</b> <i>Presupuesto</i> .....	38
<b>Tabla 6.</b> <i>Especies leguminosas en SSP</i> .....	41
<b>Tabla 7.</b> <i>Especies gramíneas en SSP</i> .....	42
<b>Tabla 8.</b> <i>Otras especies en SSP</i> .....	43
<b>Tabla 9.</b> Ganadería tradicional vs. Sistemas silvopastoriles .....	45
<b>Tabla 10.</b> <i>Características del suelo</i> .....	58
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de plántulas para la zona 1.....	64
<b>Tabla 12.</b> <i>Cantidad de plántulas para la zona 3</i> .....	65
<b>Tabla 13.</b> Cantidad de plántulas paa cercas vivas y corrdor ribereño de la finca La Aurora.....	65
<b>Tabla 14.</b> Cantidad de plántulas para la pastura en callejones de la finca La Aurora.....	69
<b>Tabla 15.</b> <i>Cantidad total de plántulas para la pastura en callejones de la finca La Aurora</i> .....	70
<b>Tabla 16.</b> <i>Programa de difusión de información y educación ambiental a los encargados de la finca y a estudiantes participantes</i> .....	72

## 3. Listado de figuras

Figura 1. Interacciones en los sistemas silvopastoriles.....	16
Figura 2. Mapa de provincias de Cundinamarca de La Calera Cundinamarca.....	23
Figura 3. Área construída de la Finca La Aurora.....	24
Figura 4. Ubicación de la Finca en la Calera .....	25
<i>Figura 5. Formato entrevista semiestructurada</i> .....	30
<i>Figura 6. Metodología de diseño</i> .....	32

Figura 7. Metodología del proyecto .....	34
Figura 8. Crnograma del proyecto .....	37
Figura 9. Beneficios de los sistemas silvopastoriles en relación con la ganadería tradicional .....	47
Figura 10. Cartografía social de la finca .....	48
Figura 11. Cartografía social de la propuesta del sistema silvopastoril .....	48
Figura 12. Área productiva de la finca.....	50
Figura 13. Área forestal de la finca.....	50
Figura 14. Área forestal de la finca.....	51
Figura 15. Delimitación catastral de la Finca La Aurora .....	52
Figura 16. Cría de bovinos      Figura 17. Área de ordeño.....	53
Figura 18. Entrega a Alpina.....	53
Figura 19. Diagrama de la temperatura de La Calera.....	54
Figura 20. Climograma La Calera.....	54
Figura 21. Localización de la subcuenca Río Tusacá.....	55
Figura 22. Cuerpos de agua costado oriental.....	56
Figura 23. Cuerpo de agua norte (Aguas Claras).      Figura 24. Cuerpos de agua costado norte (Aguas Claras) .....	56
Figura 25. Drenajes área influencia de la finca La Aurora.....	57
Figura 26. Pasturas de la finca La Aurora      Figura 27. Pasturas de la finca La Aurora.....	59
Figura 28. Gilgai      Figura 29. Estancamiento de agua.....	59
Figura 30. Curvas de nivel finca La Aurora.....	60
Figura 31. Plántulas de botón de oro .....	61
Figura 32. Zonificación de la finca La Aurora: Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4. Fotografía adaptada de Google Earth.....	63
Figura 33. Distribución de los sistemas de cercas vivas.....	66
Figura 34. Distancia entre especies de cerca viva .....	67
Figura 35. Distancia entre especies de corredor ribereño.....	67
Figura 36. Pasturas en callejones .....	70
Figura 37. Distancia entre especies de la pastura en callejones .....	71
Figura 38. Distancia entre especies de la pastura en callejones con pasto Kikuyo.....	71
Figura 39. Distribución de los sistemas silvopastoriles .....	72
Figura 40. Cálculo del VPN.....	74

#### 4. Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo proponer una alternativa de implementación de un sistema silvopastoril que aumente la productividad y la conectividad ecológica de la finca La Aurora, en el municipio de La Calera, Cundinamarca. Este se realizará por medio de la relación entre la búsqueda bibliográfica, la información obtenida en campo y cartografía social, para posteriormente plantear de manera integrada la propuesta a través de un plano de distribución en donde se muestran los tipos de sistemas silvopastoriles y las especies de plantas a sembrar. Se determinó que las condiciones geográficas, edafoclimáticas e hidrológicas en las que se encuentra la finca son aptas para el desarrollo del proyecto. La propuesta final del sistema silvopastoril se basa en una asociación de cercas vivas para las cuales se plantea utilizar Cedro (*Cedrela odorata*) y Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), con una cantidad de 169 y 718 plántulas, respectivamente; y un sistema de pastura en callejones para el cual se eligió la especie Aliso (*Alnus acuminata*) en un arreglo de 5 x 20 con una densidad de 100 plantas/ha y una

totalidad de 487 plantas; Tilo (*Sambucus peruviana*) y Saúco (*Sambucus nigra*), cada una en un arreglo de 3 x 20 con una densidad de 167 plantas/ha y una totalidad de 813 plantas. En consideraciones económicas del retorno de la inversión cuando  $VPN > 0$ , se obtiene una TIR del 11% al año 6, por lo que la inversión se recuperará de acuerdo con el crecimiento de los árboles y arbustos, al disminuir la compra de concentrado y de fertilizantes.

*Palabras clave:* Ganadería, producción lechera, sistema silvopastoril, conectividad ecológica.

## 5. Abstract

The objective of this work is to propose an alternative of a silvopastoral system that increases the productivity and ecological connectivity of the La Aurora farm, in the municipality of La Calera, Cundinamarca. This will be done through the relationship between the bibliographic research, the information obtained in the field and social cartography, to later propose in an integrated way the proposal through a distribution plan showing the types of SSP and the plants' species to be planted. It was determined that the geographical, edaphoclimatic and hydrological conditions in which the farm is located are suitable for the development of the project. The final proposal of the silvopastoral system is based on an association of living fences for which it is proposed to use Cedar (*Cedrela odorata*) and Golden Button (*Tithonia diversifolia*), with an amount of 169 and 718 seedlings, respectively; and an alley pasture system for which the Aliso species (*Alnus acuminata*) was chosen in a 5 x 20 arrangement with a density of 100 plants / ha and a total of 487 plants; Linden (*Sambucus peruviana*) and Elderberry (*Sambucus nigra*), each in a 3 x 20 arrangement with a density of 167 plants / ha and a total of 813 plants. In economic considerations of the return on investment when  $VPN > 0$ , an IRR of 11% is obtained at year 6, so the investment will be recovered according to the growth of trees and shrubs, by decreasing the purchase of concentrate and fertilizers.

*Keywords:* Cattle raising, dairy production, silvopastoral system, ecological connectivity.

## 6. Introducción

Los sistemas ganaderos convencionales basados en el monocultivo de pastos y sistemas de pastoreo extensivos han generado que cerca del 60% de las pasturas en América Latina se encuentren en procesos de degradación (Navas, 2016). Casi todas las tierras deforestadas se han convertido en pastizales para implementar sistemas de ganadería extensiva, pues esta actividad requiere una baja inversión para comenzar, la cual puede generar ganancias elevadas por un tiempo; pasados entre 5 y 10 años el exceso de pastoreo y la pérdida de nutrientes convierten las tierras en terrenos con baja o nula fertilidad (FAO, s.f). Los impactos de la deforestación y la degradación de pasturas se ven reflejados en la pérdida de la biodiversidad, la afectación de los ciclos hidrológicos, la degradación, compactación y erosión del suelo, la lixiviación, mayor emisión de  $CO_2$  y disminución de la producción animal (Pezo e Ibrahim, 1999).

Cabe resaltar que en el valle de la cuenca del río Teusacá, en donde se localiza La Calera, se encuentra ocupado por pastos explotados en ganadería extensiva semi-intensiva (Concejo Municipal de La Calera, 2010). Por otro lado, la Corporación Colombia Internacional (2013, p.152), mencionada por el PNUD y la Cámara de Comercio de Bogotá (2018, p.31) afirma que en cuanto a la producción lechera en Cundinamarca “se producen 2.412.848 litros/día, esto representa el 18,58% del total de la producción diaria del país. El 90,7% de la leche producida en el departamento es vendida a la industria (72,2%) e intermediarios (25,1%) y el 2,6% se destina a otros canales de comercialización”; el municipio de La Calera contribuye en un 0,0331%, produciendo 4.234 litros/día (CAR, s.f).

La finca La Aurora se encuentra ubicada en el municipio de La Calera, Cundinamarca, cuenta con un área total de 88 fanegadas (56,67 ha) y se dedica a la cría de bovinos y producción lechera. En este documento se abordará la problemática identificada en la finca en cuanto a la falta de integración del sistema forestal que equivale a 69 fanegadas (44,43 ha) del predio, con el sistema ganadero que ocupa 19 fanegadas (12,23 ha) de este. Lo anterior repercute directamente en la falta de conectividad ecológica

lo cual dificulta y/o impide las interacciones ecosistémicas y el aprovechamiento del entorno en relación con la actividad económica, generando deterioros y problemas adversos en este.

Una posible solución es la homogeneización de estos dos sistemas por medio de un sistema silvopastoril, el cual es una forma de combinar árboles con pasturas y animales dentro de una parcela; se practican a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia (FAO, s.f). Estos sistemas contribuyen al desarrollo de las dinámicas ecosistémicas, potencian el crecimiento y bienestar del ganado, y mejoran la actividad productiva del ganadero (Pezo e Ibrahim, 1999). La incorporación de los sistemas silvopastoriles representa una estrategia que ayuda a contrarrestar impactos ambientales negativos propios de los sistemas ganaderos tradicionales, favorece la recuperación ecológica de pasturas degradadas, permite aprovechar el suelo sin reducir su potencial productivo a largo plazo, a contrarrestar y mejorar las condiciones de los cuerpos de agua, favorece la conectividad ecológica creando corredores biológicos que aumentan la biodiversidad; asimismo es una forma para diversificar el sector pecuario generando productos que pueden ser aprovechados dentro de la misma finca, o que pueden ser vendidos a otras trayendo ingresos adicionales (Navas, 2016), y sirve como una referencia para mostrar los beneficios de estas prácticas a nivel ecológico, económico y social.

Esta propuesta representa un posible beneficio para la finca, pues esta, al contar con un sistema forestal dentro del terreno aumenta la factibilidad de integración con el sistema ganadero para generar una estrategia de producción más limpia que mitigue el impacto de la ganadería en la zona.

## 7. Planteamiento del problema

La ganadería es una de las actividades humanas que más genera un impacto negativo en el agua, aire, biodiversidad y suelo, influyendo directamente en el cambio climático (Steinfeld *et al.*, 2006). Esta actividad vierte materia orgánica, patógenos y residuos farmacológicos a las fuentes hídricas causando su contaminación y eutrofización (Buitrago *et al.*, 2018), afecta la recarga de los acuíferos pues influye en los procesos de compactación del suelo, reducción de la infiltración, degradación de los cursos de agua y disminución de los niveles freáticos. La ganadería, al incrementar la deforestación, incrementa también las escorrentías y reduce los cursos de agua durante las épocas secas (Sadeghian, 2009).

La bovinocultura contribuye con el 18% de las emisiones de GEI en el planeta, el 9% de las emisiones de CO<sub>2</sub> principalmente por la deforestación (Hristov *et al.*, 2013), el 39% del CH<sub>4</sub> antropógeno procedentes de los procesos digestivos y del estiércol de los animales (Buitrago *et al.*, 2018), y el 65% del N<sub>2</sub>O antropógeno que contribuye significativamente a la lluvia ácida, a la acidificación de los ecosistemas y el cambio climático (Steinfeld *et al.*, 2009).

De acuerdo con Sadeghian (2009) la ganadería constituye cerca del 20% del total de la biomasa animal terrestre, y el 30% de la superficie terrestre que ocupa hoy en día, estuvo antes habitada por fauna silvestre. De hecho, el autor agrega que el sector pecuario podría ser el primer responsable de la pérdida de biodiversidad dado que es la primera causa de deforestación y tiene una alta participación en la degradación, compactación, cambios estructurales, escases de nutrientes y erosión de los suelos, así como la propagación de especies invasivas exóticas (Patiño *et al.*, 2017; Sadeghian, 2009). Además del mal manejo de las pasturas, debido a la excesiva carga animal, existe la debilitación del suelo que provoca

una mala alimentación del ganado y por lo tanto, la disminución de la producción lechera y los ingresos económicos para el productor (FAO, s.f).

A lo largo de los años la ganadería se ha expandido sobre tierras con vocación agrícola y forestal, trayendo como consecuencia la subutilización e ineficiencia en el uso de los recursos, lo cual repercute directamente en los campos económico, ecológico y social (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007). Según la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2014), la vocación del suelo de Colombia para actividades ganaderas es de 13,3%, sin embargo, el 30,6% de la cobertura de los suelos del país son pastos y herbazales usados en actividades ganaderas. Se evidencia una sobreutilización del suelo, ya que la vocación ganadera corresponde solamente a 15 millones de hectáreas y el uso que se le está dando al suelo con fines ganaderos corresponde a 34 millones de hectáreas (IGAC, 2012). En Cundinamarca, de 2'398.439 ha de suelo, el 0,03% (668 ha) tienen vocación para actividades ganaderas, no obstante, se están utilizando el 39,4% (944.469 ha) para pastos y herbazales con fines ganaderos (UPRA, 2014).

Considerando que el suelo con fines ganaderos se encuentra sobreutilizado, se hace pertinente que estas prácticas no continúen impactando negativamente en forma de deforestación y de pérdida de productividad y calidad del suelo en el país. Los ecosistemas presentes en La Calera se han venido deteriorando a causa del desconocimiento de su valor paisajístico, ambiental y biodiverso, ya que con el paso del tiempo estas tierras han sido utilizadas para la creación de vivienda, cultivos y ganadería a causa de su constante ampliación (Romero, 2012). Cabe resaltar que, en el caso de las fincas lecheras, la reducción de la productividad de los pastos por compactación de los suelos tiende a compensarse con el incremento de consumo de los suplementos y concentrados que afectan la rentabilidad del sistema trayendo mayor gasto económico para el ganadero (Murgueitio, 2003).

El 21,6% de la finca La Aurora se encuentra destinado a fines ganaderos, y al no existir una integración del sistema forestal con el sistema productivo, se genera una interrupción en la conectividad ecológica de la zona, afectando el aprovechamiento del potencial del territorio en cuanto a los servicios ecosistémicos esta ofrece.

### *7.1 Pregunta de investigación*

¿Cómo la implementación de un sistema silvopastoril representa un beneficio a nivel productivo y ecosistémico en la finca La Aurora?

## **8. Justificación**

Al conocer las implicaciones que trae consigo la ganadería tradicional a nivel ecosistémico, económico y social, se crea la necesidad de tomar acciones que logren, de manera integrada, mitigar o reducir el gran impacto que genera esta actividad. Las buenas prácticas de ganadería en la actualidad buscan promover de manera sostenible el desarrollo de esta, lo que implica que se mantenga en el tiempo pues se ha planificado de manera que se puede contar con esta actividad productiva sin destruir por completo los ecosistemas que esta práctica abarca (FEDEGAN, s.f).

En Colombia el uso del suelo con fines ganaderos representa el 30,6% del territorio (UPRA, 2014) y este se encuentra en constante expansión debido a la creciente demanda alimentaria, por lo que se hace necesario que en el país se empiece a potenciar la implementación de sistemas que mitiguen el impacto que generan las actividades ganaderas, como la transición de la ganadería tradicional a sistemas silvopastoriles, los cuales permiten de manera integrada el desarrollo del ganado en mejores condiciones.

El manejo integral de sistemas de producción lechera en el trópico alto, incluyendo el desarrollo de sistemas silvopastoriles, los cuales mejoran las praderas, la producción de alimentos de gran valor nutricional y la generación de servicios ambientales como variable de gran importancia para aumentar la productividad de los predios de una manera ambientalmente sostenible, económicamente viable y socialmente aceptada (Sánchez, 2009) se debe propiciar para realizar cambios que representen beneficios significativos para el desarrollo de una prácticas ganaderas adecuadas.

La importancia ecosistémica de la finca La Aurora radica en que se encuentra ubicada a un costado de una zona forestal y en cercanía la Quebrada Aguas Claras que la abastece; y aunque la mayor parte del terreno que hace parte de la finca está cubierta por vegetación arbórea, se hace clara la necesidad de proponer un modelo de un sistema silvopastoril para que exista una homogeneidad entre la zona ganadera y forestal, y que de esta manera, se empiece a crear una transición de los sistemas tradicionales de ganadería hacia sistemas que contribuyan a la disminución de la degradación del suelo y al incremento de la conectividad ecológica.

De acuerdo al perfil del egresado de ingeniería ambiental de la Universidad El Bosque, por medio del desarrollo de este proyecto se aporta al crecimiento como profesional ya que se aplican de manera integrada los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, con el fin de resolver exigencias en materia ambiental que la sociedad plantea hoy en día, respondiendo a la necesidad de cambiar los sistemas convencionales de actividades ganaderas, por sistemas que se basen en la producción más limpia (Universidad El Bosque, 2018), teniendo como referencia los beneficios en el ámbito ecológico, ya que se aumenta la biodiversidad mediante la siembra de especies endémicas, la contribución a las relaciones ecosistémicas puesto que se propicia la formación de corredores biológicos, la captura de carbono y mejora el bienestar del ganado; en el ámbito económico, ya que trae ganancias monetarias al mejorar la productividad lechera de la finca y la diversidad de la oferta; y en el ámbito social puesto que se contribuye a la mejora paisajística, y es posible utilizarlo como una estrategia de educación ambiental. Esto es de vital importancia en la actualidad puesto que la ganadería, ya sea de producción cárnica o lechera, es una actividad que suple la demanda alimenticia, pero que afecta directa e indirectamente todas las esferas del planeta, y por medio de la implementación de sistemas silvopastoriles es posible continuar con estas actividades productivas minimizando sus impactos negativos sobre el ambiente (Navas, 2016).

## **9. Objetivos**

### *9.1 Objetivo general*

Proponer una alternativa de sistema silvopastoril que aumente la conectividad ecológica y la productividad de la finca La Aurora, La Calera.

### *9.2 Objetivos específicos*

- Describir los beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles en relación con la ganadería tradicional mediante una estrategia de divulgación y educación ambiental, así como los tipos y las especies de plantas utilizadas en estos.
- Realizar un diagnóstico inicial de la finca La Aurora a través del reconocimiento del territorio en campo e información bibliográfica.
- Plantear la propuesta de implementación del sistema silvopastoril para la finca La Aurora.

## 10. Marcos de referencia

### 10.1 Estado del arte

El Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible es una iniciativa diseñada por una alianza estratégica entre la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN-FNG), el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (Fondo Acción) y The Nature Conservancy (TNC). Este proyecto es una oportunidad para mejorar la producción ganadera a través del trabajo sostenible, con el uso de diferentes tipos de árboles integrados a la producción ganadera, y la conservación de bosques nativos en su finca. Este Proyecto beneficia alrededor de 3.900 familias ganaderas distribuidas en 87 municipios de cinco zonas del país. Tiene como metas principales convertir 50.500 hectáreas de praderas degradadas a sistemas de producción ganaderos sostenibles, implementados en las cinco zonas del proyecto (Valle del río Cesar, Bajo Magdalena, Boyacá y Santander, Ecorregión Cafetera y Piedemonte del Orinoco en el departamento del Meta); incrementar un 5% la producción de carne y leche por hectárea intervenida en las fincas participantes, con reducción en el uso de insumos externos; mejora de la presencia de diversidad biológica en las zonas del proyecto, medida por un incremento en el Índice de Servicios Ambientales; reducción de la erosión del suelo (toneladas/hectárea) inducida por la adopción de sistemas silvopastoriles; actuar como una estrategia para la adopción de sistemas silvopastoriles (SSP) en Colombia validada y ajustada durante la implementación del proyecto. Es de esta manera que 3.900 fincas ganaderas se benefician de los instrumentos del proyecto, como asistencia técnica, pagos por servicios ambientales, o apoyo para el acceso a créditos (FEDEGAN, s.f).

En Manizales, Colombia, se realizó un estudio documental denominado “Sistemas silvopastoriles: Alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático” realizado por Buitrago, Ospina y Narváez (2018), quienes afirman que la producción bovina es una actividad contaminante a nivel mundial, ya que genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) a través de la fermentación entérica, la producción de estiércol y la deforestación, lo cual contribuye al cambio climático. En esta revisión bibliográfica, se concluye que es posible hacer un uso eficiente de los recursos naturales, sin afectar la productividad animal y mitigar los efectos del cambio climático por parte de la producción bovina; mediante la implementación de sistemas silvopastoriles los cuales se convierten en una herramienta fundamental para lograrlo y así continuar contribuyendo a la estabilidad socioeconómica de los países y a la calidad de vida de miles de personas mediante la seguridad alimentaria.

En Argentina, Grulke (1994), en su “Propuesta de manejo silvopastoril en el Chaco Salteño”, realizó un diagnóstico del estado actual de los recursos naturales mediante un inventario forestal en los meses de agosto y septiembre de 1993 con el apoyo de fotos aéreas y de observaciones en campo, identificando especies como quebrachal de alta y baja densidad, quebrachal en campos, palosantal y campos; asimismo

se evidenció que la mayor parte del suelo estaba desnudo y fuertemente compactado. Se estableció la necesidad de clausurar la superficie más degradada por un tiempo, y sembrar pastos nativos (*Trichloris sp.*) o pastos exóticos (*Cenchrus spp*, *Panicum spp.*), arbustos forrajeros (*Leucaena spp.*) y árboles con una producción de frutas de alto valor nutritivo como el algarrobo blanco (*Prosopis alba*) para la producción intensiva de forraje. Además, se planteó la posibilidad de utilizar el bosque como fuente de capital para financiar las medidas anteriores, las cuales permiten controlar la degradación y mejorar el sistema de producción.

En Costa Rica, Ibrahim y Villanueva (2014) en su “Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico Centroamericano” encontraron que la producción lechera (kg/vaca/día) en un potrero sin árboles era de 11,37 y en un potrero con una cobertura arbórea media de 10-15% era de 12,48, por lo tanto, se llegó a la conclusión de que la sombra reduce el estrés calórico de los bovinos, por ende, resulta en una mejor respuesta en la producción lechera, ya que en este caso representó más de 350 \$USD/ha/año adicionales.

En Tolima, Colombia, Cárdenas, Rocha y Mora (2011) en su estudio “Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima” implementaron un sistema silvopastoril con pasturas en callejones compuesto por tres estratos predominantes: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) asociado con pasto falsa poa (*Holcus lanatus*) en el primer estrato, un componente arbustivo constituido por Sauco (*Sambucus nigra*) y un componente arboreo de Aliso (*Alnus acuminata*), puesto que estas especies presentan una mejor calidad nutricional en comparación con otras que se utilizan como forrajeras en clima frío. Como resultados obtuvieron que la sobrevivencia de esta plantación fue satisfactoria, con un 99,35 % en el caso del aliso y 98,6 % en el caso del sauco. La producción de biomasa del Sauco fue de 3.245 kg de forraje verde/ha, lo cual representa una producción de 1.298 g de forraje verde por árbol, es decir 310 g/MS/planta. Los promedios de producción de leche mostraron diferencias significativas entre tratamientos, presentando un mayor promedio dentro del sistema silvopastoril con 9 kg/vaca/día, comparado con el lote control que presentaba una producción de 7,5 kg/vaca/día.

## 10.2 Marco conceptual

Para conseguir un mejor entendimiento del tema del presente proyecto, a continuación, se presentan los conceptos clave pertinentes:

La **ganadería** es una actividad económica que consiste en la crianza de animales para su aprovechamiento. Dependiendo de la especie ganadera, se obtienen diversos productos derivados, como la carne, leche, huevos, cueros, lana, etc. Este tipo de actividades se desarrollan en su gran mayoría mediante sistemas de **ganadería extensiva** la cual es una práctica que emplea métodos tradicionales de explotación ganadera, en los que se imitan los ecosistemas naturales para un desarrollo más favorable de los animales (Contexto Ganadero, 2013), son espacios con grandes cantidades de terreno y pocos animales que se alimentan directamente de lo que produce el suelo sin un mejoramiento de praderas (Mora *et al.*, 2017). Para efectos de este proyecto se van a considerar los **bovinos** que son animales rumiantes, los cuales se caracterizan por su alimentación y sistema digestivo, ya que son estrictamente herbívoros, y son capaces de digerir hierbas, forrajes o pastos, entre otros (Financiera Rural, 2009). Así mismo, se van a considerar los sistemas especializados de **producción lechera** los cuales se encuentran normalmente en zonas frías de trópico alto en las zonas de altiplanos y altitudes entre 2.000 y 3.000

msnm y cerca de los centros urbanos (Murgueitio, 2003). En estos sistemas, la vaca es ordeñada sin la presencia del ternero y los machos son descartados a los pocos días de nacidos, predominan las razas puras o con un alto porcentaje de genes provenientes de razas europeas que son suplementadas con alimentos concentrados (Holmann *et al.*, 2004). El sector lechero en Colombia es un sector sumamente importante para la economía nacional, ya que actualmente representa el 2,3% de PIB nacional y el 24,3% del PIB agropecuario, además de generar más de 700.000 empleos directos. La producción lechera hace presencia en 22 departamentos del país, siendo Antioquia, Boyacá y Cundinamarca los departamentos más destacados (Pinto, 2017).

La ganadería tradicional genera impactos negativos sobre el ambiente, por lo que los **sistemas agroforestales** constituyen un grupo de prácticas y sistemas de producción sostenibles que pueden ayudar a mitigar estos impactos, por medio de la siembra de cultivos y árboles forestales que se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1999). De igual manera, los **sistemas silvopastoriles** son una modalidad importante de la agroforestería en donde se combinan gramíneas y leguminosas con especies arbustivas y árboles maderables, destinados a la alimentación animal y a usos complementarios como la producción de madera, frutas, sombra, regulación hídrica, hábitat de la fauna silvestre y embellecimiento del paisaje (Crespo, 2008), que a su vez interactúan con los bovinos, los cuales aprovechan la oferta abundante de forraje y al mismo tiempo se benefician gracias al mejoramiento de las condiciones microclimáticas en un ambiente de bajo estrés calórico que les permite mejores condiciones de pastoreo (Buitrago *et al.*, 2018).

Por medio de la implementación de estos sistemas es posible aumentar la oferta de alimentos para los bovinos en forma de **gramíneas**, las cuales son ricas en fibra, presentan generalmente un nivel bajo de energía y son una fuente económica de nutrientes (Mejía, 2011). Las **leguminosas** son diferentes a las gramíneas, porque además de fijar nitrógeno atmosférico, tienen un mayor contenido de pared celular, haciendo mayor el consumo voluntario de los rumiantes (Estrada, 2002).

Por otra parte, la **conectividad ecológica** es la capacidad del territorio para que determinadas especies o poblaciones se desplacen entre distintos territorios, garantizando el mantenimiento de procesos vitales de los organismos para alimentarse, refugiarse, reproducirse o dispersarse, de forma que las poblaciones puedan mantener un intercambio genético y de individuos (Gurrutxaga & Lozano, 2012). Por medio de la implementación de sistemas silvopastoriles, teniendo en cuenta los tipos de combinaciones arbustivas que se pueden realizar, se propicia la creación de un **corredor biológico** el cual es un rasgo lineal de la vegetación, que difiere de la vegetación circundante y conecta al menos dos parches o fragmentos de bosque que estuvieron unidos en el pasado. Estos elementos del paisaje tienen gran importancia para el movimiento de la fauna y la dispersión de la flora entre hábitats que de otra forma estarían aislados (Murgueitio & Calle, 1998). Es así, como se contribuye a la **conservación ecológica**, que es la acción de la humanidad para cuidar, proteger y mantener todos los elementos de la naturaleza como la fauna, la flora, reservas naturales y el hombre. Esto implica garantizar la preservación del planeta, por medio de comportamientos y hábitos ecológicos que permitan combatir los problemas de la contaminación ambiental y el deterioro del medio ambiente (Pineda, s.f).

### 10.3 Marco teórico

### **10.3.1 Lineamientos para el Manejo Sostenible de Sistemas de Aprovechamiento de Recursos Naturales *in situ***

Estos lineamientos muestran que a lo largo de los últimos años se han llevado a cabo propuestas para abordar sistemas productivos que incluyan criterios de sostenibilidad a nivel económico, social y ecológico, buscando de manera general contribuir al uso sostenible y la conservación de la biodiversidad (Becerra, 2003).

Este tipo de propuestas son necesarias para que los sistemas de producción, sea agrícola, pecuario, forestal o pesquero, sean llevados a cabo de manera que logren suplir la demanda y que a su vez tengan como referencia su capacidad de recuperación y renovación, evitando a toda costa su sobreexplotación. Dentro de sus líneas de acción se encuentra la promoción e implementación de sistemas de producción agrícola, agroforestal y silvopastoril sostenibles que logren mantener la sostenibilidad en todos los niveles que esta requiere (Becerra, 2003).

### **10.3.2 Teoría General de Sistemas**

Ludwig von Bertalanffy planteó la Teoría General de Sistemas como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica de trabajo transdisciplinaria (Figueroba, s.f). Esta se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, basada en los elementos de entrada y de salidas, así como las relaciones e interacciones entre estos elementos (Arnold & Osorio). Es por esta razón, que los arreglos silvopastoriles al tener como principio la integración de distintos componentes que se encuentran en constante interacción, son considerados sistemas que se desarrollan de manera sinérgica, pues para su realización se requiere la unificación del conocimiento de distintas disciplinas y asimismo se genera un impacto para los diferentes actores involucrados.

### **10.3.3 Ganadería Colombiana Sostenible**

Es un proyecto que desarrolla la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav), el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (Fondo Acción) y The Nature Conservancy (TNC). El Proyecto es cofinanciado con aportes de donación del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), administrados por el Banco Mundial (BM), y con aportes financieros y en especie de los cuatro aliados. Consiste en potencializar producción del negocio de la ganadería a través del trabajo amigable con el ambiente; por medio de la asociación de diferentes tipos de árboles integrados a la producción ganadera (sistemas silvopastoriles), y la conservación de bosques nativos en las fincas (FEDEGAN, s,f).

### **10.3.3 Sistema silvopastoril (SSP)**

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que se basa en la asociación existente entre árboles, arbustos, gramíneas y animales que están mediados por un arreglo espacial realizado por el hombre, que generan interacciones que bajo un manejo racional e integral pueden generar en la finca productividad y rentabilidad (Navas, 2016; TvAgro, 2016). Este concepto muestra un elemento importante para mejorar los sistemas ganaderos, ya que se logra evidenciar que no es suficiente con

sembrar árboles en las fincas, sino que es necesario hacer un manejo integral de todos los recursos con los que esta cuenta.

Existen diferentes alternativas para la incorporación de árboles en los sistemas ganaderos, los cuales se pueden utilizar como arreglos en cercas vivas, árboles dispersos en potrero, bancos forrajeros, pastoreo en plantaciones forestales o frutales, pasturas en callejones, barreras vivas, cortinas rompeviento y sistemas multiestrato en alta o media densidad (Navas, 2016; TvAgro, 2016).

### ***10.3.3.1 Interacciones dentro del sistema silvopastoril (SSP)***

Los sistemas silvopastoriles se basan en interacciones que se dan al combinar:

- Plantas con el animal: Esta combinación contribuye de manera directa a la productividad del sistema ya que se evita que los animales sufran cualquier tipo de estrés climático e indirectamente contribuye a la formación de un microclima que favorece el crecimiento y productividad de las pasturas. Este sistema le proporciona sombra a los animales lo que permite la regulación de la temperatura corporal de estos (Pezo e Ibrahim, 1999), reduciendo su carga calórica lo cual propicia un mejor entorno para su desarrollo. Otro de los beneficios que trae este sistema es que proporciona protección contra el viento a los animales, acoplándose a los climas fríos ya que evita que los animales sacrifiquen parte de la energía que podría ser utilizada en procesos productivos en contrarrestar el frío y mantener su temperatura corporal, por lo que además de mejorar la productividad ayuda a la supervivencia de los animales (Cañas y Aguilar, 1992).
- Plantas con el suelo: Permite la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes, control de la erosión, aumento de la capacidad de infiltración y de la materia orgánica en el suelo (Grulke, 1994).
- Los animales con la pastura: De manera directa se protege el suelo del pisoteo, la defoliación, las excretas y se propicia la dispersión de semillas; de manera indirecta se evita o reduce la compactación del suelo y aumenta la disponibilidad de los nutrientes (Pezo e Ibrahim, 1999).

En la figura 1 se detallan las interacciones y beneficios de los sistemas silvopastoriles en relación con las partes que lo componen.

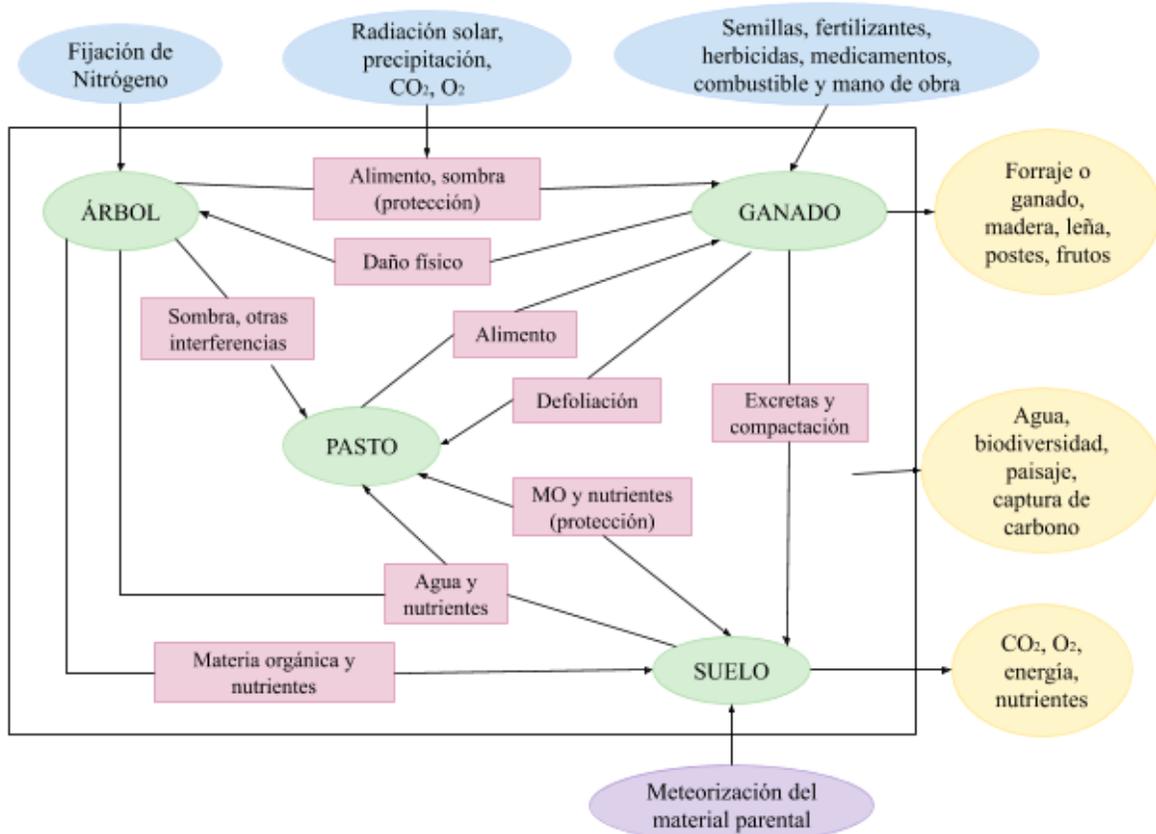


Figura 1. Interacciones en los sistemas silvopastoriles.

Fuente: Pezo e Ibrahim (1999).

### 10.3.3.2 Beneficios de los sistemas silvopastoriles

Los principales beneficios ambientales y productivos de los sistemas silvopastoriles en todas sus partes son:

#### 10.3.3.2.1 Suelo

Los SSP son una alternativa de recuperación de áreas degradadas y de conservación del suelo, pues la siembra de árboles en las áreas de pastoreo tiene efectos positivos al mejorar las condiciones del suelo, modificando las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, así como el mantenimiento de la fertilidad del suelo (FAO, s.f). También se previenen los derrumbes, la erosión, la compactación y la formación de cárcavas o calvas, especialmente durante aguaceros torrenciales, sequías intensas y sobrepastoreo, ya que tanto los árboles como los pastos de cobertura, forman una malla de raíces a diferentes profundidades y amplitudes, lo que hace que se retenga el suelo y se produzca un efecto protector efectivo contra estos fenómenos (FAO, s.f). Mejoran la productividad del suelo puesto que la mayoría de los árboles, poseen un sistema radicular bien desarrollado que logra extraer agua y nutrientes del subsuelo y los deposita sobre la superficie, logrando un mejor reciclaje de nutrientes y una mayor productividad y rendimiento del suelo (Libreros, 2015). Además promueven la multiplicación de la micro

y macrofauna del suelo, indispensables para la descomposición de materia orgánica a formas asimilables para las plantas (Moreno *et al*, 2008).

#### *10.3.3.2.2 Agua*

Los SSP contribuyen a la regulación hídrica y conservación de fuentes de agua ya que la presencia de árboles permite el aumento de la capacidad de retención, infiltración, circulación y almacenamiento de agua en el suelo, disminuyendo la fuerza de la lluvia que cae sobre este, protegiéndolo contra la erosión. Asimismo, aporta al mejoramiento de la calidad y la cantidad de agua de los ríos y quebradas. También reducen el daño causado por las inundaciones, favorecen la regulación de caudales y reducen la evaporación directa (FAO, s.f; Libreros, 2015).

#### *10.3.3.2.3 Condiciones atmosféricas*

Estos sistemas contribuyen en la captura, almacenamiento y fijación de carbono, ya que aumentan los depósitos de este a través de la materia orgánica de los suelos y el almacenamiento que se realiza en el tronco, ramas y raíces de la vegetación asociada; absorben el dióxido de carbono presente en el aire que eleva la temperatura logrando una regulación térmica (FAO, s.f; Libreros, 2015).

#### *10.3.3.2.4 Biodiversidad*

Los SSP contribuyen a la conservación de la biodiversidad y la creación de corredores biológicos ya que se siembran plantas forestales nativas, por medio de las cuales se crea un hábitat y se proporciona alimento para una gran variedad de aves silvestres, invertebrados y microorganismos. Además, se producen indirectamente postes para el cercado de potreros, leña como combustible, madera, diversidad de frutos comestibles, semillas y material vegetativo de propagación, además de miel y polen de abejas (FAO, s.f; Libreros, 2015).

#### *10.3.3.2.5 Para el ganado*

Estos sistemas aportan al mejoramiento de la productividad de animales y fincas, puesto que debido a la alta densidad de árboles y arbustos forrajeros se incrementa la producción y calidad del pasto, se crea un efecto del sombrío el cual protege a los animales y a las pasturas del sol excesivo, de los vientos y de los aguaceros torrenciales, lo cual hace que se produzca más cantidad y calidad de biomasa comestible para los animales y se propicie un microclima con una temperatura ambiente óptima para su desarrollo (entre 3° C y hasta 10° C), reduciendo el estrés calórico, mejorando el desarrollo y el bienestar de los animales y del ecosistema, incrementando la producción de leche, carne, crías de los animales y de la finca (FAO, s.f; Libreros, 2015).

#### *10.3.3.2.6 Para el ganadero*

En la mayoría de las regiones de Colombia, las tierras y fincas llegan a tener un mayor valor por efecto de los árboles establecidos, no solamente por la producción que de ellos se obtiene, sino por el mejoramiento del paisaje y de las condiciones de vida de sus propietarios (Linderos, 2015). Además, los

SSP generan beneficios adicionales para fincas ganaderas y permiten un ahorro de combustibles fósiles y por lo tanto reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en diversas formas (Calle *et al.*, 2001). La combinación de diferentes especies de plantas en los potreros aumenta la producción y la calidad nutricional de biomasa forrajera, lo cual resulta en un aumento en la disponibilidad de alimento para los bovinos, se incrementa la capacidad de carga de las fincas y se reducen los costos de mantenimiento de las praderas al disminuir la aparición de malezas y de plagas (Uribe *et al.*, 2011).

### ***10.3.3.3 Plantas en sistemas silvopastoriles***

Los arreglos silvopastoriles se deben realizar bajo una serie de cuidados con el fin de garantizar el éxito del sistema, para ello es necesario comprender y entender la fisiología del pasto en el cual se va a diseñar el SSP, sus necesidades lumínicas y requerimientos, por lo que se debe tener en cuenta la distancia en la que se van a sembrar los árboles para evitar que exista un conflicto lumínico y que de esta manera se vea afectada la pastura en cuanto a su productividad. Otra característica importante es definir la especie con la cual se va establecer el sistema teniendo en cuenta que en el trópico la radiación solar permite la incorporación de diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) (Uribe *et al.*, 2011), y que de acuerdo a cada especie, varía la capacidad radicular la cual logra extraer nutrientes del subsuelo y hacerlos disponibles para la raíz del pasto que no es capaz de absorberlos por sí solo; asimismo algunas raíces de los árboles tienen la capacidad de fijar nitrógeno ambiental para volverlo disponibles (TvAgro, 2016). La recuperación de las áreas depende en gran parte de las especies utilizadas, la densidad de siembra y del manejo integral del sistema (Navas, 2016).

Para que un árbol o arbusto sea forrajero debe poseer ventajas nutricionales y productivas sobre otras especies utilizadas convencionalmente, es decir, cuando son parte de la dieta nutricional de los animales, estos deben aumentar su producción cárnica o lechera. Igualmente, estas especies forrajeras deben tolerar la poda y tener el rebrote suficiente como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible (Ortega, 2013). Existe una gran variedad de plantas con un alto potencial de uso en sistemas silvopastoriles, que van desde sistemas simples como árboles dispersos en potrero y cercas vivas, hasta sistemas intensivos más complejos con alta densidad arbórea o arbustiva para el ramoneo directo (Uribe *et al.*, 2011).

Una fuente alimentaria que permite mantener la productividad de los bovinos y asegura su adecuada alimentación son las leguminosas arbóreas adaptadas a cada región, puesto que además de poder ser aprovechadas como cercas vivas, en la producción maderera, en la fijación de nitrógeno y en el aseguramiento de la oferta de forraje de buena calidad, también generan beneficios productivos, ecológicos y económicos, ya que es posible sustituir el concentrado comercial por alimento natural, o combinar ambos, siendo un gran ahorro por reducción de costos en la compra de insumos y transportes (Ortiz, 2003). Estas leguminosas tienen un alto potencial tanto en el incremento de la producción de pastos en el trópico, como en el aumento de la producción en cualquier sistema productivo por sus altos niveles de proteínas, vitaminas y minerales (Ortiz, 2003).

### ***10.4 Marco normativo***

Para este proyecto es necesario tener en cuenta las normas legales aplicables las cuales se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.** *Tabla 1. Normas legales que aplican al proyecto*

Norma legal	Propósito	Sesiones que aplican al proyecto
Decreto 2811 de diciembre 18 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente	<p>Se enuncia que el uso del suelo debe realizarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos. Adicionalmente, indica que se debe determinar su uso potencial y clasificación según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de cada región.</p> <p>Se señala que el aprovechamiento del suelo debe efectuarse manteniendo su integridad física y su capacidad productiva, lo cual es complementado con el deber de todos los habitantes de colaborar con las autoridades en la conservación y en el manejo adecuado del mismo.</p>
Constitución Política de 1991		<p><b>Art. 65:</b> La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el Estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad.</p> <p><b>Art. 79:</b> Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.</p> <p><b>Art. 80:</b> El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.</p>

Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos renovables, se organiza el Sistema Ambiental Nacional (SINA) y se dictan otras disposiciones	Se realiza una evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables. Se propicia por la conservación de los suelos, las reservas forestales y parques naturales. Dirigir el proceso de planificación regional de uso del suelo para mitigar o desactivar presiones de explotación inadecuadas del territorio
Ley 101 de 1993	Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero	<b>Art. 6:</b> El Gobierno Nacional otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, y su comercialización. Para este efecto, las reglamentaciones sobre precios, y costos de producción, régimen tributario, sistema crediticio, inversión pública en infraestructura física y social, y demás políticas relacionadas con la actividad económica en general, deberán ajustarse al propósito de asegurar preferentemente el desarrollo rural.
Ley 388 de 1997	Promover el ordenamiento territorial, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural, y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo.	<b>Art 33:</b> Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.
Ley 811 de 2003	Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones	Se abordan temas referentes a las organizaciones de cadena constituidas a nivel nacional, de una zona o región productora, por producto o grupos de productos, la producción, transformación, la comercialización, la distribución, y de los proveedores de servicios e insumos de estos sectores productivos.

---

Resolución 0170  
de 2009

Se adoptan medidas para la  
conservación y protección de los  
suelos en el territorio nacional.

**Art. 2:** Medidas de conservación. A fin de  
adelantar acciones tendientes a la  
conservación de los suelos, corresponde al  
Ministerio de Ambiente, Vivienda y  
Desarrollo Territorial:

2.1. Formular políticas, expedir normas, e  
impulsar planes, programas y proyectos  
dirigidos a la conservación, protección,  
restauración, recuperación y rehabilitación  
de los suelos.

2.2. Impulsar procesos de divulgación y  
capacitación dirigidos a ciudadanía sobre la  
importancia de la conservación y manejo  
sostenible de los suelos.

2.5. Promover, en conjunto con los  
institutos de investigación y universidades  
proyectos de investigación científica sobre  
los suelos, a fin de avanzar en procesos  
tendientes a su conservación, protección,  
restauración, recuperación y rehabilitación.

2.6. Seguir liderando la implementación del  
Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la  
Desertificación y la Sequía en Colombia  
(PAN).

---

Decreto 1076 de  
2015

Decreto Único Reglamentario  
del Sector Ambiente y  
Desarrollo Sostenible

**Art. 2.2.1.1.18.6:** En relación con la  
protección y conservación de los suelos, los  
propietarios están obligados a:

1. Usar los suelos de acuerdo con sus  
condiciones de tal forma que se mantenga su  
integridad física y su capacidad productora.

2. Proteger los suelos mediante técnicas  
adecuadas de cultivos y manejo de suelos,  
que eviten la salinización, compactación,  
erosión, contaminación o revenimiento y, en  
general, la pérdida o degradación de los  
suelos.

3. Mantener la cobertura vegetal de los  
terrenos dedicados a ganadería, para lo cual  
se evitará la formación de caminos de  
ganado o terracetas que se producen por  
sobrepastoreo y otras prácticas que traigan  
como consecuencia la erosión o degradación  
de los suelos.

---

Política para la Gestión Sostenible del Suelo	Promover la gestión sostenible del suelo en Colombia, en un contexto integral en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos.	Se tratan temas acerca del suelo, los servicios ecosistémicos que se derivan de este, lo que abarca la calidad del suelo, las afectaciones como la degradación, la importancia de la gestión sostenible del suelo en Colombia y las afectaciones relacionadas con este tema
Buenas Prácticas Ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616 de 2006	Por el cual se establece el “Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendia, importe o exporte en el país”	Título ii Contenido técnico, Capítulo i Definiciones, Artículo 3. Buenas prácticas en la alimentación animal (BPAA) Capítulo 9. Programas de capacitación.

**Fuente:** Autores con referencia en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### *10.5 Marco geográfico*

La Calera se encuentra situada al oriente del departamento de Cundinamarca y al noreste de Bogotá como se observa en la figura 2, limita al norte con los Municipios de Guasca, Sopó y Chía, al oriente con el Municipio de Guasca, por el occidente con Bogotá, y por el sur con el municipio de Choachí y Bogotá. Cuenta con una extensión total de 31.686,06 km<sup>2</sup>, con una extensión área urbana de 144,34 km<sup>2</sup> y una extensión área rural de 31.541,72 km<sup>2</sup> (Alcaldía de La Calera, 2019). Su altitud de la cabecera municipal es de 2.718 m.s.n.m, su temperatura media es de 12,8 °C y su precipitación media es de 918 mm (Climate Data, s.f).

**GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA**  
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN  
**MAPA DE PROVINCIAS**

CUNDINAMARCA  
unidos podemos más



GOBERNACIÓN DE  
CUNDINAMARCA



Figura 2. Mapa de provincias de Cundinamarca de La Calera Cundinamarca

Fuente: Gobernación de Cundinamarca (2001)

La finca La Aurora (figura 3 y 4) se encuentra ubicada en la vereda La Aurora en el municipio de Cundinamarca, con coordenadas 4°45'29,72"N - 73°59'58,31"W, cuenta con un área de 88 fanegadas, lo cual equivale a 56,67 ha. Esta finca se encarga de la cría, desarrollo y producción lechera de bovinos, y se encuentra a cargo del profesor universitario Carlos Mario Jaramillo, el cual utiliza la finca para fines tanto productivos como educativos, ya que además de comercializar la leche, también realiza visitas de campo con sus estudiantes y asimismo recibe practicantes en sus instalaciones.



Figura 3. Área construída de la Finca La Aurora.

Fuente: Adaptado Google Earth (2019)

## Ubicación Finca La Aurora



### Leyenda

● La Aurora

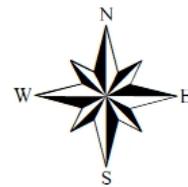


Figura 4. Ubicación de la Finca en la Calera

Fuente: Autores (2019)

## 10.6 Marco institucional

En la tabla 2 se presentan las organizaciones o instituciones que están involucrados en el desarrollo del proyecto

**Tabla 2.** Actores institucionales involucrados en el proyecto

Logo	Organización o instituto	Participación
	Universidad El Bosque	Es la institución que brinda las herramientas teóricas y prácticas para el desarrollo del proyecto
	Alcaldía de La Calera	Es la institución encargada de controlar los proyectos que se llevan a cabo en la Calera
	Finca La Aurora	Es el lugar que se va a tener como referencia para realizar la propuesta del sistema silvopastoril está administrada por el médico veterinario y profesor Carlos Mario Jaramillo
	FEDEGAN	Es el gremio de la ganadería colombiana que agrupa a las organizaciones gremiales ganaderas regionales y locales, como también a otro tipo de entidades vinculadas a la actividad ganadera nacional.

**Fuente:** Autores

## 11. Metodología

### 11.1 Enfoque de la investigación

Este proyecto presenta un enfoque de investigación cualitativo pues utiliza una variedad de instrumentos para recoger información primaria como las entrevistas semiestructuradas, imágenes y observaciones (Ruiz, 2011), y se basa en la recolección y análisis de información secundaria para enfocar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación, basándose en un proceso inductivo en el que se explora y se describe, para luego generar perspectivas teóricas (Sampieri, 2014).

Durante el desarrollo de los objetivos se abordan variables cualitativas, como la descripción de la finca, de sus condiciones y de su entorno, así como también la revisión teórica acerca de los sistemas silvopastoriles, y de las especies de plantas que por sus características se adaptan mejor a la finca. Por la naturaleza del proyecto, al ser subjetivo, permite que los resultados obtenidos estén abiertos a muchas posibilidades (Sampieri, 2014), por lo que se pueden generar diferentes alternativas de sistemas silvopastoriles adecuándolos a las variables mencionadas anteriormente. Asimismo, el proyecto por medio de una revisión bibliográfica y posterior recolección de datos en campo, los cuales son datos cualitativos pues muestran descripciones detalladas de situaciones, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones, tiene como finalidad la elaboración de un reporte de resultados los cuales confrontan lo obtenido y analizado en campo con la teoría recolectada. De acuerdo con Sampieri (2014) es naturalista porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales, lo cual está presente a lo largo de la investigación; y es interpretativo ya que por medio del análisis de las interacciones se logran proponer alternativas que representan un beneficio para los involucrados.

### *11.2 Alcance de la investigación*

Según Sampieri (2014), las investigaciones de alcance descriptivo son aquellas que buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno, por lo tanto, este proyecto presenta un alcance descriptivo ya que se debe conocer la actividad productiva que se lleva a cabo en la finca y sus impactos, así como establecer las condiciones actuales del terreno y conocer las características de las especies de plantas que se planteen sembrar para que, en conjunto se logre proponer de la manera más óptima el sistema silvopastoril.

Por otro lado, el alcance correlacional es aquel que tiene como propósito asociar variables de manera que sea posible realizar predicciones por medio de la cuantificación de la relación (Sampieri, 2014). Este proyecto presenta un alcance correlacional puesto que para llegar al diseño de la propuesta del sistema silvopastoril se deben conocer y analizar la relaciones entre las variables existentes en la finca, como su tamaño, localización, condiciones climáticas, especies de plantas, tipo de suelo, fuentes hídricas, uso de recursos, con la literatura referente a la aplicación y casos exitosos de sistemas silvopastoriles, formando un sistema integrado en el que interactúan todas las partes, logrando un resultado óptimo en la investigación.

### *11.3 Diseño metodológico*

A continuación, se describen los procedimientos empleados para desarrollar la investigación, así como los instrumentos y/o técnicas llevadas a cabo.

#### **11.3.1 Elementos metódicos del objetivo específico 1**

*→ Describir los beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles en relación con la ganadería tradicional mediante una estrategia de divulgación y educación ambiental, así como los tipos y las especies de plantas utilizadas en estos.*

Para desarrollar el objetivo 1 fue necesario realizar una revisión bibliográfica a través de bases de datos como Google Académico, ProQuest Central, Springer Link, SciELO y Web Of Science, en las que se

utilizaron términos de búsqueda en español y en inglés como “ganadería”, “sistema silvopastoril”, “producción lechera”, a través de las cuales fue posible realizar la recopilación detallada acerca de los sistemas silvopastoriles y todas sus características, tipos y beneficios, así como también las especies de plantas que son utilizadas en estos sistemas, para que por medio de la técnica de análisis de información teórica se logre sintetizar a través de una infografía como una estrategia de divulgación y educación ambiental, ya que estas condensan una gran cantidad de información en forma de texto o numérica por medio de una combinación de imágenes y texto con el objetivo de hacer que la información sea presentable y entendible para un público, manteniendo la complejidad de la información pero reduciendo las barreras para su comprensión (Albers, 2015).

### 11.3.2 Elementos metódicos del objetivo específico 2

→ *Realizar un diagnóstico inicial de la finca La Aurora a través del reconocimiento del territorio en campo e información bibliográfica*

El desarrollo de este objetivo se realizó mediante tres visitas de campo, para las cuales se requirieron una libreta de campo, grabadora de voz y una cámara fotográfica con el fin de reconocer el territorio y hacer un análisis y diagnóstico de este. Para esto, fue necesario formular y llevar a cabo una entrevista semi-estructurada, la cual se define como "una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar"; es un instrumento técnico de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos (Díaz *et al.*, 2013). Según Díaz *et al.* (2013) existen entrevistas estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas, sin embargo, para efectos de este proyecto se hará un enfoque en las entrevistas semiestructuradas. Estas presentan un grado mayor de flexibilidad ya que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados y al curso de la entrevista (Díaz *et al.*, 2013).

Con base en la información bibliográfica recopilada se identificaron los datos claves para el desarrollo del proyecto con el fin de establecer las categorías deductivas, que provienen del interés del investigador, y las categorías inductivas que surgen de las respuestas del entrevistado (Osorno, 2013), las cuales se observan en la tabla 3. Estas categorías permitieron darle forma y organizar la entrevista semi-estructurada que se le realizó al dueño de la finca, para posteriormente realizar el análisis y diagnóstico de la finca.

**Tabla 3.** *Categorías para la entrevista semiestructurada*

Categoría	Subcategoría
Espacialidad	Municipio
	Área
	Distribución
Productividad	Actividad económica

	Cantidad de cabezas de ganado
	Producción total
Recurso hídrico	Cuerpos de agua
	Captación del recurso hídrico
Recurso suelo	Tipo de suelo
Biodiversidad	Fauna silvestre
	Flora
Sistemas silvopastoriles	Conocimiento de los sistemas silvopastoriles

**Fuente:** Autores

Una vez establecidas las categorías, se planteó y realizó la entrevista semiestructurada a través del formato que se observa en la figura 5.



considerando factores como los cuerpos de agua presentes, las zonas en donde se ubica el ganado, las zonas forestales, la ubicación de la casa principal y el área de ordeño, así como la disposición de basuras y algunos factores de presión o problemáticas que se observaron.

En segunda instancia se presentó la idea principal de la propuesta con las especies y los tipos de sistemas silvopastoriles pertinentes para el territorio, así como la posible ubicación espacial de estos; esto abrió paso a un debate en el que con el conocimiento del territorio por parte de los trabajadores de la finca y el conocimiento teórico a través de la revisión bibliográfica se logró estructurar un borrador de la propuesta.

Para comparar la información recolectada en campo con la información territorial y catastral, se llevó a cabo una revisión en el GeoPortal catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s.f), en donde se ubicaron las coordenadas de la finca y se verificó la información del área otorgada por el propietario. Por otro lado, en el ítem de Datos Abiertos de la Subdirección de Agrología del GeoPortal del IGAC (s.f), en donde se encuentran los mapas de suelos del territorio colombiano a escala 1:100.000, se seleccionó el archivo correspondiente al departamento de Cundinamarca. De este mapa se extrajo la información referente al recurso suelo, incluyendo las características físicas, químicas, mineralógicas, morfológicas y taxonómicas, a través del análisis y procesamiento en el software QGIS 3.8.3. Igualmente, para obtener información de la hidrología de la zona de influencia de la finca, se realizó un mapa de flujo de drenajes por medio de un Modelo Digital de Elevación (DEM por sus siglas en inglés) en el software ArcGis.

### 11.3.3 Elementos metódicos del objetivo específico 3

→ *Plantear la propuesta de implementación del sistema silvopastoril para la finca La Aurora.*

Para el desarrollo del objetivo 3 fue necesario utilizar la información previamente encontrada y detallada en la revisión bibliográfica y en las visitas en campo, para que por medio de la técnica de análisis de información teórica se pueda desarrollar el diseño del sistema silvopastoril y la selección de las especies de plantas que mejor se adapten al contexto de la finca. Este diseño consiste en pensar y describir una estructura la cual busca transformar información recolectada de las condiciones, necesidades y requisitos a la descripción de una estructura que satisfaga la necesidad encontrada (TDX, s.f). Asimismo, se utilizó el programa Adobe Illustrator® para realizar el diseño de la propuesta con base en imágenes satelitales del terreno y la cartografía social realizada en campo.

Para el desarrollo detallado del diseño se tomó como referencia el modelo lineal del proceso de diseño propuesto en TDX (s.f), el cual se desarrolla en 3 fases. El principio del modelo se basa en la identificación de la necesidad, la cual para efectos de la investigación está enmarcada en la falta de la conectividad ecológica que existe entre el sistema forestal y el sistema ganadero de la finca.

En la primera fase se busca realizar un **diseño conceptual**, el cual se basa en encontrar conceptos o principios que den solución al problema identificado. Para esto es necesario analizar el problema, sintetizar una o varias posibles soluciones y evaluarlas con respecto a las especificaciones y restricciones impuestas (TDX, s.f); por lo que, teniendo como referencia lo encontrado en fuentes bibliográficas y la problemática identificada en campo, se logra llegar al planteamiento de una solución viable que consiste en la propuesta de un sistema silvopastoril que cumple con las especificaciones y restricciones del terreno y del propietario de la finca resolviendo el problema identificado.

En la segunda fase se hace un **diseño preliminar**, en el cual se avanza en mayor detalle la solución al problema, determinando componentes e interacciones con el suficiente grado de relevancia como para poderlo evaluar objetivamente (TDX, s.f). Es este punto, en donde una vez recolectados los datos y enfocada la solución, se determinan variables específicas como los tipos de especies y de sistemas silvopastoriles que van a conformar la propuesta, para así poder plasmarlo en forma de borrador para no cerrar las posibilidades de optar por otras variables que de igual manera den solución al problema.

La tercera fase es la del **diseño de detalle**, esta corresponde a la generación de todas las especificaciones necesarias para la producción de la solución (TDX, s.f), en donde se contraponen la información de las fases anteriores con las dimensiones del terreno, para así establecer una extensión y distancia específica para cada uno de los sistemas propuestos con las especies correspondientes. En la figura 6 se observa la metodología del diseño descrita anteriormente aplicada al proyecto.

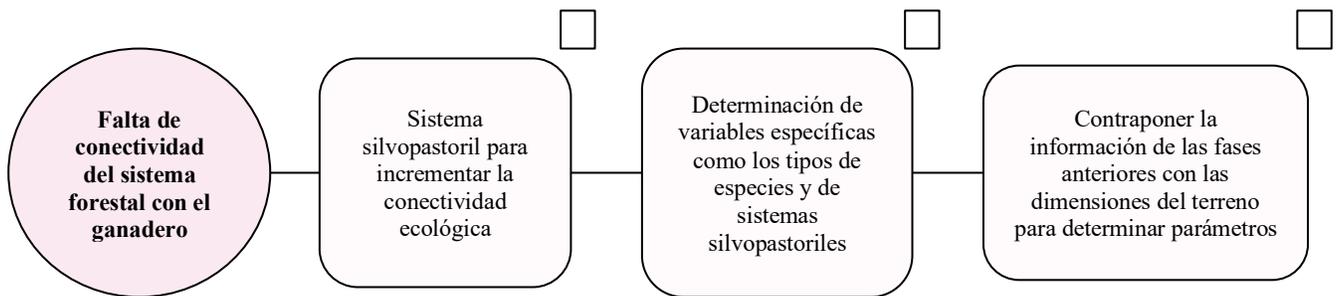


Figura 6. Metodología de diseño

Fuente: TDX (s.f).

Por otro lado, se estimó el presupuesto considerando el coste económico o inversión que le requiere al dueño de la finca implementar el sistema silvopastoril. Para esto, también fue necesario calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El VPN es un criterio de inversión que se basa en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocerlas ganancias o pérdidas del mismo (Granel, 2019); su fórmula se observa en la Ecuación 1 (Torres, 2016);

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t} \quad (1)$$

En donde:

- Ft: Flujo de caja en periodo t
- i: Tasa de interés
- t: Periodo

Por otro lado, la TIR representa el porcentaje de beneficio o pérdida que ofrece la inversión teniendo en cuenta la rentabilidad. Se emplea con la finalidad de “actualizar una corriente de ingresos (flujos netos esperados) al momento cero o inicial de la inversión, y compararla con el valor actual de una corriente de egresos (volumen de inversión en ese momento) a una tasa de interés  $i$  denominada costo de capital o costo de oportunidad” (Altuve, 2004). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado, cuya fórmula se observa en la Ecuación 2 (Sevilla, 2017).

$$TIR = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (2)$$

En donde:

Ft: Flujo de caja en periodo t  
I<sub>0</sub>: Valor de la inversión inicial (t=0)  
n: Número de periodos  
i: Tasa de interés

A continuación, en la figura 7, se presenta el diagrama de flujo de la metodología aplicable en el proyecto:

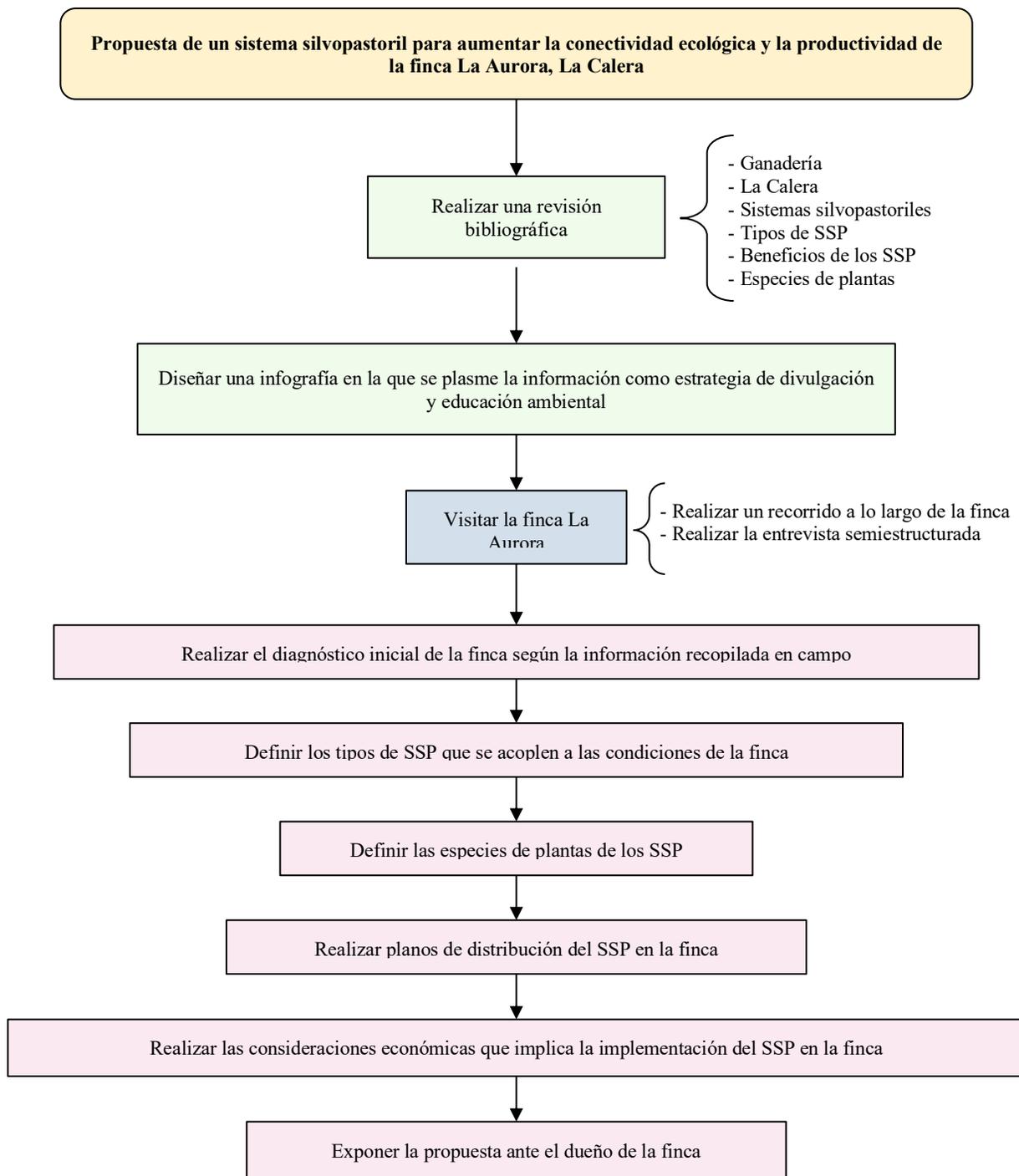


Figura 7. Metodología del proyecto

Fuente: Autores (2019)

Finalmente, en la tabla 4, se definen las actividades, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos para darle cumplimiento a los objetivos específicos planteados y de esta manera alcanzar el objetivo general.

**Tabla 4. Matriz metodológica**

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Resultados esperados</b>
<b>General</b>	Proponer una alternativa de sistema silvopastoril que aumente la productividad y la conectividad ecológica de la finca La Aurora, La Calera.			
<b>Específicos</b>				
Describir los beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles en relación con la ganadería tradicional mediante una estrategia de divulgación y educación ambiental, así como los tipos y las especies de plantas utilizadas en estos.	Realizar la revisión bibliográfica	Análisis documental	Computador <hr/> Google académico <hr/> Bases de datos	Recopilar información relevante y que sea de utilidad sobre el tema a desarrollar
	Diseñar una infografía	Síntesis de información <hr/> Desarrollo creativo	Adobe Illustrator®	Una infografía en la que se logre plasmar de manera clara y didáctica la información de mayor pertinencia en lo recolectado en la revisión bibliográfica
Realizar un diagnóstico inicial de la finca La Aurora a través del reconocimiento del territorio en campo e información bibliográfica	Visitar la finca La Aurora	Observación en campo	Formato entrevista semiestructurada	Formulación del diagnóstico inicial de la finca teniendo en cuenta lo observado en campo y cartografía social
		Entrevista semiestructurada	Cámara fotográfica	
		Fotografía	Elementos para dibujar	
	Realizar la revisión bibliográfica de La Calera y el área de	Análisis e interpretación espacial	GeoPortal catastral del IGAC	
		Análisis e interpretación	GeoPortal de Datos Abiertos de	

	influencia de la finca La Aurora	espacial	la Subdirección de Agrología del IGAC	
		Análisis e interpretación espacial	ArcGIS	
	Organizar la información recopilada en campo	Recopilación y análisis de información	Computador	
Plantear la propuesta de implementación del sistema silvopastoril para la finca La Aurora.	Definir los tipos de SSP que mejor se acoplen a las condiciones de la finca	Análisis documental	Computador	Consolidar la propuesta del sistema silvopastoril para la finca La Aurora, teniendo en cuenta la distribución, las especies y la viabilidad económica
	Definir las especies de plantas para cada tipo de sistema			
	Realizar planos de distribución del SSP en la finca	Análisis e interpretación espacial	ArcGIS	
		Técnicas de diseño	Adobe Illustrator®	
	Realizar las consideraciones económicas que implica la implementación del sistema silvopastoril en la finca	Análisis documental Manejo de cálculos Análisis de costos	Microsoft Excel	

**Fuente:** Autores (2019).

## 12. Plan de trabajo

### 12.1 Cronograma

En la figura 8 se detallan las actividades realizadas y el estado de estas, para dar cumplimiento a los objetivos durante un periodo de 8 meses.

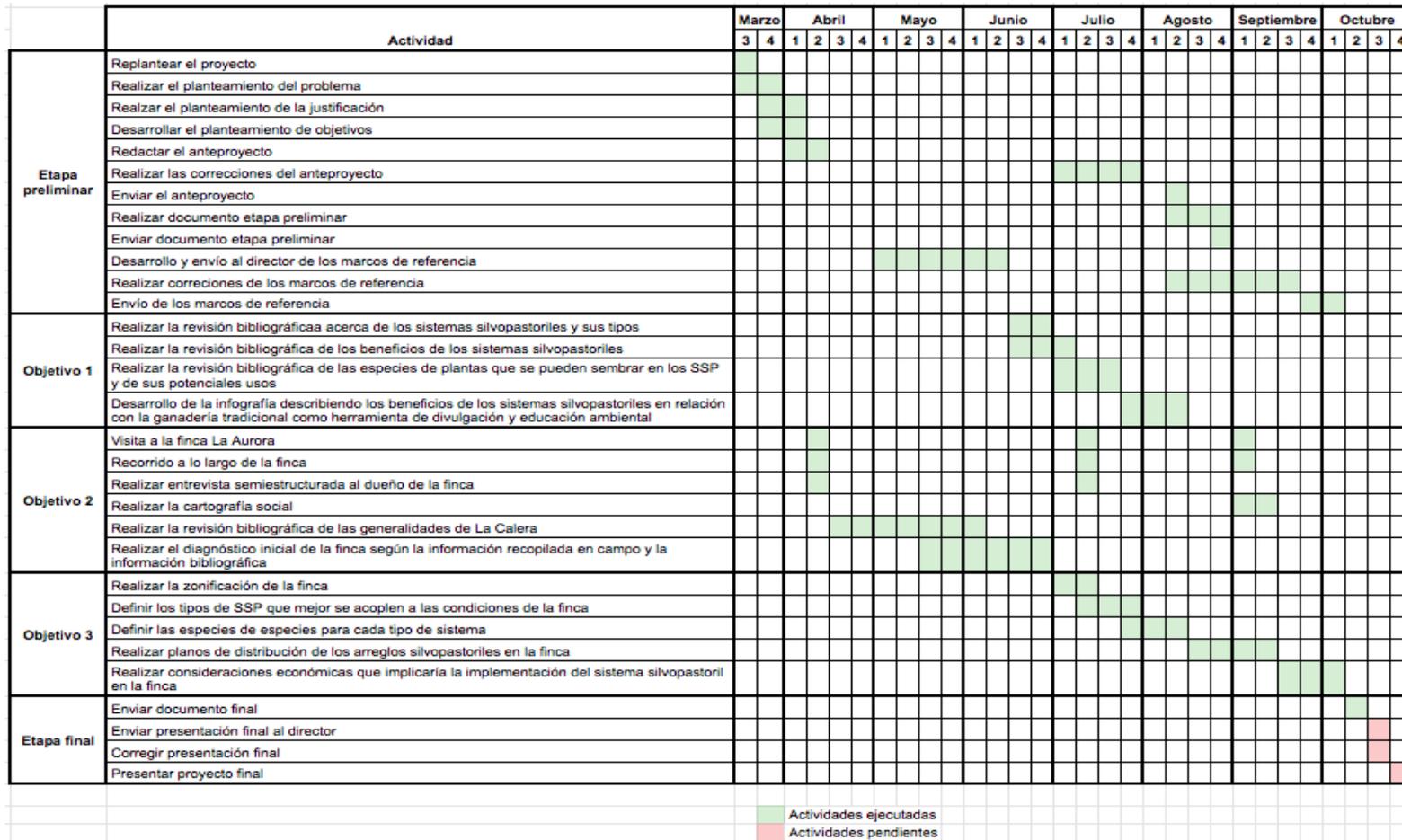


Figura 8. Cronograma del proyecto

Fuente: Autores.

## 12.2 Presupuesto

En la tabla 5 se detalla el presupuesto para llevar a cabo el presente proyecto, teniendo en cuenta el salario del personal científico, los materiales y equipos necesarios (computador, cámara) resaltando la vida útil de estos y el costo de su uso, el valor de Adobe Illustrator® que fue el software utilizado para el desarrollo de la propuesta, así como el costo de las salidas de campo.

**Tabla 5.** *Presupuesto*

<b>Rubros</b>	<b>Total</b>
Personal científico	\$13.662.516
Equipos	\$438.356
Materiales e insumos	\$329.267
Software	\$200.000
Salidas de campo	\$420.000
Servicios técnicos	\$271.111
<b>Totales</b>	<b>\$15.321.250</b>

**Fuente:** Autores (2019).

## 13. Aspectos Éticos

El presente proyecto no requiere implicaciones éticas, pues de acuerdo con la Resolución N° 008430 de 1993, este se encuentra clasificado en la categoría de investigación sin riesgo; estos proyectos se caracterizan “por ser estudios que desarrollan técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta” (Ministerio de Salud, 1993).

Asimismo, este proyecto se regirá por los principios éticos básicos propuestos en el informe Belmont y la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, en donde las personas serán tratadas bajo tres principios: El primero se basa en el respeto a las personas, protegiendo su autonomía en la toma de decisiones y en la generación de opiniones. El segundo, se basa en la beneficencia que contempla aumentar al máximo los beneficios y no causar daño o disminuir los posibles. Y el tercero, el principio de justicia, que garantiza el trato igualitario entre las personas, sin generar ventajas de unos sobre otros bajo ninguna circunstancia (Comisión Nacional de Bioética, 1979).

## 14. Resultados

### 14.1 Resultados objetivo específico 1

→ Describir los beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles en relación con la ganadería tradicional mediante una estrategia de divulgación y educación ambiental, así como los tipos y las especies de plantas utilizadas en estos.

Para poder desarrollar de manera integrada un sistema silvopastoril, es necesario tener conocimiento de los tipos de sistemas que existen y que se pueden implementar en el territorio, asimismo se debe tener conocimiento sobre las especies que son utilizadas en estos sistemas, para que, en conjunto se pueda seleccionar el tipo de sistema con las especies adecuadas que se adapten de mejor manera a la necesidad del terreno y a las condiciones del entorno.

A continuación se presentan los tipos de sistemas silvopastoriles que se pueden desarrollar y las especies de plantas que son utilizadas para estos, así como su funcionalidad y potencialidades de uso dentro de los sistemas silvopastoriles.

#### 14.1.1 Tipos de sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) pueden ser desarrollados mediante diferentes sistemas de siembra de plantas, así:

##### 14.1.1.1 Árboles dispersos en potreros

Se establecen para generar beneficios ambientales y productivos como sombrío, fijación de nitrógeno, madera, frutos, leña y forraje, generan ingresos por la venta de madera o frutas, brindan hábitat y refugio para la fauna silvestre y ayudan a conservar los suelos (Buitrago *et al.*, 2018). El método más fácil para su implementación es permitir la regeneración natural y hacer control selectivo de las especies acompañantes de los pastos, para conservar aquellos individuos de valor maderable o como fuente de frutos semillas y sombrío. Otro método, es por medio de aislamientos o pequeños corrales, lo cual es adecuado cuando se establecen en baja densidad; es aconsejable disponer de 20 a 30 árboles por hectárea (FEDEGÁN, s.f).

##### 14.1.1.2 Cercas vivas

Son cultivos que se siembran principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión y mejorar la resistencia del sistema agrícola frente a eventos climáticos, también contribuyen a la diversificación funcional de los agroecosistemas, aumentando el control biológico de plagas, la polinización y disminuyendo el uso de plaguicidas (Vázquez, 2011). El propósito principal de las cercas vivas es el control del movimiento de los animales y humanos; adicionalmente, pueden proveer leña, forraje, alimento, cortina rompevientos y enriquece el suelo con nutrientes (FAO, 2016).

##### 14.1.1.3 Cortinas rompeviento

Constan de hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera alta y densa, opuesta a la dirección predominante del viento, que se constituye como un obstáculo al paso del viento. Se

conocen también como barreras rompevientos, setos vivos o fajas de albergue, por refugiar a cierto tipo de fauna (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, s.f).

Permiten mejorar condiciones del suelo, crear un microclima y minimizar los efectos erosivos. De igual manera, eleva la calidad de la pradera, pues permite conservar un espacio que facilite el movimiento del ganado y otras operaciones sin afectar el crecimiento de los árboles.

#### *14.1.1.4 Pastura en callejones*

Es un sistema en el cual se establecen surcos o hileras de árboles y/o arbustos forrajeros de rápido crecimiento, con plantas herbáceas (pastos o leguminosas) entre las hileras. Su objetivo es proveer mayor producción de forraje para los animales, mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de erosión (Ojeda *et al.*, 2003). En este tipo de arreglo los animales consumen directamente el follaje de los árboles; es recomendable usar especies leguminosas de crecimiento rápido que soporten el ramoneo (Jiménez & Sepúlveda, s.f).

#### *14.1.1.5 Pasto o forraje*

Son gramíneas o leguminosas que se desarrollan en el potrero y son cosechadas para ser suministradas como alimento a los animales, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, amonificación). El rendimiento de estas depende en primera instancia de las condiciones climáticas como temperatura, rayos de sol, fuerza de viento, precipitación y humedad; también depende del método de uso que puede ser pastoreo, forraje, ensilaje o heno; y de las características de los suelos como su textura, fertilidad, drenaje, fertilización, humedad y pH (INATEC, 2016).

#### *14.1.1.6 Banco mixto de forraje*

Es un sistema de cultivo en el que las forrajeras herbáceas crecen en bloque compacto y con alta densidad, en donde se asocian especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de alto valor nutricional, con el fin de obtener forrajes de excelente calidad, ricos en proteínas, minerales, azúcares, fibra y vitaminas para la alimentación animal. Los forrajes producidos en un banco se cortan, acarrean y se dan a los animales durante todo el año. Estos forrajes se suministran frescos o se pueden secar para obtener harinas e, igualmente, ensilar (FEDEGÁN, s.f).

#### *14.1.1.7 Banco de proteína*

Es una área compacta, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo directo por rumiantes, como complemento al pastoreo de praderas de gramíneas, principalmente en las regiones tropicales (Pérez, s.f).

### **14.1.2 Especies de plantas que se pueden sembrar en los SSP y sus potenciales usos**

Según Castañeda *et al.* (2016), las especies de plantas que pueden ser implementadas en los sistemas silvopastoriles de acuerdo con su tipo, se muestran en las tablas 6, 7 y 8.

**Tabla 6. Especies leguminosas en SSP**

Leguminosas	Uso en sistemas silvopastoriles
 <p>leguminosas</p>	
<p><b>Cratylia</b> <i>(Cratylia argentea)</i></p>	<p>Leguminosa forrajera arbustiva usada para corte, suplemento en periodos de sequía, bancos de proteína, concentrado, pastoreo. Puede usarse para reemplazar concentrados y suplementos. Alto valor nutritivo. Proteína cruda: 18-30%, digestibilidad de 60-65%. Durante la época seca se puede usar como suplemento usando 40% de la ración con rebrotes de 60-90 días con 6 a 10 plantas/animal/día. Se adapta a lugares bien drenados por debajo de los 1.200 m.s.n.m, en suelos con pH de 3,8 a 5,9</p>
<p><b>Maní forrajero</b> <i>(Arachis pintoi)</i></p>	<p>Leguminosa herbácea usada para alimentación animal, cobertura para cultivos, abono verde, protección de taludes, mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. El nivel de proteína cruda en las hojas oscila entre 17 y 20% dependiendo de la edad de la planta; la digestibilidad varía entre 60 y 70% de materia seca. Crece en alturas entre 0 y 1.800 m.s.n.m, en suelos de moderada fertilidad y valores de pH entre 5 y 6.</p>
<p><b>Matarratón</b> <i>(Gliricidia sepium)</i></p>	<p>Especie perenne multipropósito utilizada en cercas vivas, bancos de proteína, sombrío, melífera, rodenticida, madera, fijación de nitrógeno. Las hojas son tóxicas para equinos y otros monogástricos. Contenido de proteína cruda: 20-30%. Digestibilidad: 50-75%. Para aves, se muelen las hojas y pueden formar entre 2 y 4% de la ración para dar pigmento amarillo a los huevos. Se da en suelos con pH de 4,5 a 6,2, en alturas entre 0 y 1.300 m.s.n.m</p>
<p><b>Pízamo</b> <i>(Erythrina fusca)</i></p>	<p>Especie de crecimiento rápido. Las hojas se utilizan para alimentación animal. Especie adecuada para sistemas silvopastoriles en cercas vivas y bancos forrajeros Contenido de proteína cruda: 16%; fibra detergente neutra: 71-78%, fibra detergente ácida: 59-64%. Contenido de calcio: 0,18- 0,86%; fósforo: 0,21%. Digestibilidad in vitro de materia seca: 21-26%. Se adapta en alturas entre 0 y 2.000 m.s.n.m, con precipitaciones anuales entre 1.200 y 3.000 mm, tolera suelos de textura arcillosa a franca, con pH de 4,5 hasta alcalinos y de fertilidad media.</p>

<b>Desmodium</b> <i>(Desmodium heterocarpon)</i>	Planta herbácea y perenne. Se usa como cobertura del suelo, pastoreo (en asocio con gramíneas) y abono verde. El contenido de proteína cruda varía entre 13-21% y la digestibilidad entre 34-54%.
<b>Igua</b> <i>(Albizia guachapele)</i>	Especie utilizada para sombrío en sistemas silvopastoriles por su buena sombra y crecimiento relativamente rápido.
<b>Maní forrajero</b> <i>(Arachis pintoi)</i>	Leguminosa herbácea usada para alimentación animal, cobertura para cultivos, abono verde, protección de taludes, mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. El nivel de proteína cruda en las hojas oscila entre 17 y 20% dependiendo de la edad de la planta; la digestibilidad varía entre 60 y 70% de materia seca. Altamente palatable para el ganado.
<b>Matarratón</b> <i>(Gliricidia sepium)</i>	Especie perenne multipropósito utilizada en cercas vivas, bancos de proteína, sombrío, melífera, rodenticida, madera, fijación de nitrógeno. Las hojas son tóxicas para equinos y otros monogástricos. Contenido de proteína cruda: 20-30%. Digestibilidad: 50-75%. Para aves, se muelen las hojas y pueden formar entre 2 y 4% de la ración para dar pigmento amarillo a los huevos.
<b>Pízamo</b> <i>(Erythrina fusca)</i>	Especie de crecimiento rápido. Las hojas se utilizan para alimentación animal. Especie adecuada para sistemas silvopastoriles (por ejemplo, cercas vivas y bancos forrajeros) y sistemas agroforestales. Contenido de proteína cruda: 16%; fibra detergente neutra: 71-78%, fibra detergente ácida: 59-64%. Contenido de calcio: 0,18- 0,86%; fósforo: 0,21%. Digestibilidad in vitro de materia seca: 21-26%.
<b>Sauco</b> <i>(Sambucus nigra)</i>	Es una planta arbustiva perenne, en sistemas silvopastoriles se utilizan como Barreras o Cortinas Rompevientos y cercas vivas, Bancos de forraje mixto y pasturas en callejones. Contenido de nutrientes: materia seca desde 14,1-19,6%, materia orgánica 88,9 - 89,8%, proteína cruda desde 21,1-23.8%; extracto etéreo desde 1.9-5.2 %; calcio desde 0,91-1,90%, magnesio desde 0,61-0,78%.

**Fuente:** Castañeda *et al.* (2016)

**Tabla 7.** Especies gramíneas en SSP

---

## Gramíneas



gramíneas

### Uso en sistemas silvopastoriles

---

Mombaza ( <i>Panicum maximum</i> )	Utilizada para pastoreo, corte, acarreo, barreras vivas, heno y ensilaje Proteína: 10-14%. Digestibilidad: 60-70%.
Pasto humicicola ( <i>Brachiaria humidicola</i> )	Pastoreo, control de erosión. Contenido de proteína: 6-8%; digestibilidad: 50-56%.
Pasto Imperial ( <i>Axonopus scoparius</i> )	Corte, acarreo, barrera viva, heno y ensilaje. Proteína cruda: 5-11%. Digestibilidad: 40-80% (según edad del corte).
Pasto Kikuyo ( <i>Pennisetum clandestinum</i> )	El Kikuyo es una pastura tropical perenne, asimismo es una gramínea que se adapta bien a las principales áreas que se dedican a la producción de leche. Proteína cruda: 20.60%, calcio: 0.34%, fósforo: 0.25%. Se adapta a alturas entre 1.000 y 3.200 m.s.n.m, en suelos con moderada acidez (pH 5.5 a 7.0), pero tolera el pH tan bajo como 4.5 y altos niveles de aluminio.

---

Fuente: Castañeda *et al.* (2016)

Tabla 8. Otras especies en SSP

## Otras especies



### Uso en sistemas silvopastoriles

---

Abarco ( <i>Cariniana pyriformis</i> )	Especie apreciada por la calidad de su madera. Utilizada en sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles para la separación de lotes y como barrera rompevientos. Se da en alturas entre 0 y 1.000 m.s.n.m, en suelos profundos, arcillosos, con alto contenido de materia orgánica, drenaje bueno o regular y tolera suelos ácidos, con pH de 4.5 a 5.5.
Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> )	Se utiliza como sombrío, cortinas rompeviento y forraje por su alto contenido nutricional. Proteína cruda: 16,88% adapta adecuadamente a alturas entre 1.700 y 3.000 msnm y soporta heladas y vientos fuertes. Su desarrollo óptimo se da en suelos con pH entre 4.5 y 6.0.

---

<b>Botón de oro</b> ( <i>Tithonia diversifolia</i> )	En fincas ganaderas puede ser sembrado en cercas vivas, sistemas silvopastoriles intensivos, bancos de forrajes, como especie ornamental y en franjas de vegetación protectora de microcuencas. Contenido de proteína cruda es de 28,5%, materia seca de 14%, calcio de 2,25% y fósforo de 0,39%. Digestibilidad está entre 63-65%. Amplio rango de adaptación altitudinal, tolera condiciones de pH entre 4,5 y 8 y bien drenados.
<b>Cedro</b> ( <i>Cedrela odorata</i> )	Se utiliza como sombrío en sistemas silvopastoriles como cercas vivas, franjas, sistemas silvopastoriles intensivos. Crecimiento óptimo en alturas entre 1.600 – 3.000 msnm, en suelos profundos, fértiles, bien drenados y con un pH entre 5 y 7.
<b>Leucaena</b> ( <i>Leucaena leucocephala</i> )	Tiene un desempeño satisfactorio desde el nivel del mar hasta los 1.600 m.s.n.m, donde la precipitación promedia flutúa entre 500 y 3.000 mm anuales y la temperatura promedio anual varía entre 25 y 30°C. Se desarrolla en suelos neutros o alcalinos, se adapta a terrenos pedregosos y no tolera encharcamientos, ni suelos ácidos con saturación de iones de aluminio.
<b>Morera</b> ( <i>Morus alba</i> )	Arbusto cuyo follaje es empleado en la alimentación de rumiantes debido a su excelente contenido nutricional. Produce anualmente entre 15 y 35 toneladas de materia seca por hectárea. Alto contenido de minerales, alta digestibilidad de hojas (75-89%). Contenido proteínico: 15-28%. Se desarrolla en alturas entre 0 y 4.000 m.s.n.m, en suelos con pH entre 6,5 y 7.
<b>Nogal</b> ( <i>Cordia alliodora</i> )	Especie utilizada por su sombrío en sistemas silvopastoriles y agro-forestales. También es aprovechada por su madera de alta calidad y apreciada como ornamental. Se desarrolla en alturas entre 0 y 1.800 m.s.n.m, en suelos con pH entre 6 y 7,5.
<b>Tilo</b> ( <i>Sambucus peruviana</i> )	Se utiliza como forraje y como barrera para contrarrestar el efecto de los vientos sobre los pastos, se adapta a alturas entre 2.000 y 3.600 msnm. Proteína cruda: 23-25%.

**Fuente:** Castañeda *et al.* (2016)

Al considerar que la práctica de la actividad de producción lechera en la finca La Aurora se realiza de manera tradicional, en las visitas realizadas los días 5 de abril, 12 de julio y 5 de septiembre de 2019, en conjunto con el dueño y los encargados se definieron de manera comparativa aspectos ecológicos y económicos entre la ganadería tradicional y los sistemas silvopastoriles, como se observa en la tabla 9; posteriormente esta información se sintetizó en una infografía, como una herramienta de recopilación y muestra de información, como se observa en la figura 9.

Al considerar que la ganadería tradicional representa una de las actividades con mayor impacto en el ambiente (FAO, s.f), la comparación se lleva a cabo mostrando afectaciones a diferentes niveles de las prácticas ganaderas tradicionales en relación con los beneficios que trae la implementación de sistemas silvopastoriles, pues estos mejoran de manera general las condiciones del entorno.

**Tabla 9.** Ganadería tradicional vs. Sistemas silvopastoriles

Ámbito	Unidad	Ganadería tradicional	Sistemas silvopastoriles
Ecológico	Aire 	El sector ganadero representa el 18% de las emisiones de GEI. Es el responsable del 9% de emisiones de CO <sub>2</sub> por deforestación, emite el 39% del CH <sub>4</sub> antropógeno y el 65% del N <sub>2</sub> O antropógeno.	Permite la captura, almacenamiento y fijación de carbono y nitrógeno.
	Agua 	Genera contaminación y eutrofización de cuerpos hídricos, afecta recarga de los acuíferos, reduce la infiltración, degrada los cursos de agua, disminuye los niveles freáticos, incrementa escorrentía.	Propicia la regulación hídrica y conservación de fuentes de agua, mejora la calidad y la cantidad de agua de los ríos y quebradas, reduce el daño causado por las inundaciones.
	Suelo 	Produce degradación, compactación, cambios estructurales, escases de nutrientes, erosión de suelos, propagación de especies invasivas exóticas. Por las malas prácticas, se genera excesiva carga animal causa la debilitación del suelo.	Permite recuperar áreas degradadas y de conservación del suelo, mejora condiciones del suelo, modificando las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, así como el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Se previenen la erosión, compactación y formación de cárcavas o calvas, ya que se forman mallas de raíces a diferentes profundidades y amplitudes, lo que hace que se retenga el suelo y se produzca un efecto protector. Mejoran la productividad del suelo puesto que la mayoría de los árboles, poseen un sistema radicular bien desarrollado que logra extraer agua y nutrientes del subsuelo y los deposita

sobre la superficie, logrando un mejor reciclaje de nutrientes y una mayor productividad y rendimiento del suelo.  
 Promueven la multiplicación de la micro y macrofauna del suelo, indispensables para la descomposición de materia orgánica a formas asimilables para las plantas



Biodiversidad

Deforestación, pérdida de biodiversidad, fragmentación de ecosistemas, ruptura de conectividad ecológica.

Conservación de biodiversidad así como la creación de corredores biológicos.

Para el ganado



Estrés calórico, déficit alimentario.

Efecto sombrío que protege a los animales y a las pasturas de condiciones climáticas, mayor cantidad y calidad de biomasa comestible para los animales, creación de microclima con temperatura ambiente óptima para su desarrollo.

Económico

Para el ganadero



Altos costos en la compra de concentrado, baja capacidad de carga en las pasturas, disminución de la productividad

Aumenta producción y calidad nutricional de biomasa forrajera generando mayor disponibilidad de alimento para los bovinos.  
 Aumenta la capacidad de carga de las fincas.  
 Reduce los costos de mantenimiento de las praderas al disminuir aparición de malezas y de plagas.

**Fuente:** Autores (2019) con referencia en Buitrago *et al.* (2018), Sadeghian (2009), Hristov *et al.* (2013), Steinfeld *et al.* (2009), Patiño *et al.* (2017), FAO (s.f), Navas (2016), TvAgro (2016), Linderos (2015), Uribe *et al.* (2011).



Durante la última visita de campo realizada el 5 de septiembre de 2019, se llevó a cabo la cartografía social de la zona de mayor interés de la finca, en donde, en conjunto con el dueño y los encargados de esta, se definieron aspectos como la ubicación de los cuerpos de agua, de las zonas donde se desarrolla la actividad, así como la localización espacial de la zona de ordeño, de la casa y de las pasturas, como se observa en la figura 10; igualmente de manera superficial se planteó la propuesta inicial teniendo en cuenta las necesidades de la finca, como se observa en el figura 11. Este resultado está enmarcado en el desarrollo del objetivo 1 pues es a través de este, que fue posible combinar y divulgar los conocimientos acerca de los sistemas silvopastoriles en relación con la participación de los interesados para lograr un modelo de propuesta inicial y superficial.

Con el fin de establecer un seguimiento a la divulgación de la propuesta, en la tabla 16 se muestra el programa por medio del cual se va a tener control de este pues es pertinente considerar que se desea la continuación del proyecto.

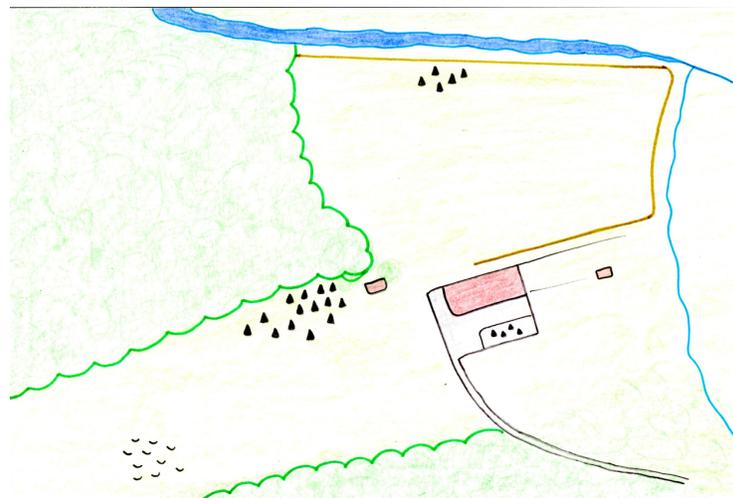


Figura 10. Cartografía social de la finca.

Fuente: Autores (2019)

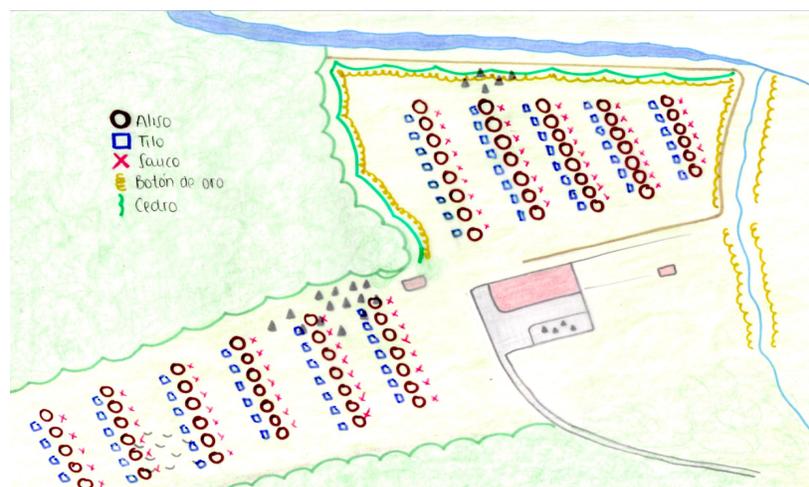


Figura 11. Cartografía social de la propuesta del sistema silvopastoril.

## *14.2 Resultados objetivo específico 2*

→ *Realizar un diagnóstico inicial de la finca La Aurora a través del reconocimiento del territorio en campo e información bibliográfica.*

### **14.2.1 Diagnóstico inicial de la finca La Aurora**

Las visitas a la finca La Aurora se realizaron los días 5 de abril, 12 de julio y 5 de septiembre de 2019, en compañía del dueño y los encargados de esta. En primera instancia se realizó un recorrido visual a lo largo de las instalaciones, en donde fue posible observar la distribución del área en cuanto a lo que corresponde a la zona de potrero y a la zona forestal, la ubicación de la zona de ordeño, la cercanía al cuerpo de agua, la biodiversidad en cuanto a fauna y flora presentes, los encargados del funcionamiento en la finca, entre otros factores que son de utilidad para conocer el área de estudio.

En segunda instancia se realizó la entrevista semiestructurada al dueño de la finca, el profesor Carlos Mario Jaramillo, para tener un acercamiento directo de la finca, la cual se puede observar en el anexo 1. A continuación, se presenta la recopilación de la información dada por Carlos Mario Jaramillo durante la entrevista semi-estructurada, así como la información bibliográfica pertinente:

#### *14.2.1.1 Distribución espacial*

El área total de la finca es de 88 fanegadas (56,67 ha), las cuales se dividen en 19 fanegadas (12,23 ha) de área productiva (figura 12) y 69 fanegadas (44,43 ha) destinadas a zona forestal (figura 13 y 14). Esta distribución fue adoptada por el propietario de la finca, pues, aunque el hecho de que esté utilizando una pequeña proporción del área para la producción lechera le puede representar ganancias menores en comparación con otras fincas, señala que, en su caso, es de mayor importancia proteger la zona forestal, aún cuando el estado no lo beneficia de ninguna manera (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).



*Figura 12. Área productiva de la finca.*

Fuente: Autores (2019)



*Figura 13. Área forestal de la finca.*

Fuente: Autores (2019)



*Figura 14. Área forestal de la finca.*

*Fuente: Autores (2019)*

Una vez levantada la información en campo, se recolectó información geográfica con la finalidad de tener un conocimiento más amplio del territorio. En primera instancia, se ubicó el predio de la finca La Aurora espacialmente por medio de la información catastral del IGAC, en donde se puede apreciar la delimitación y forma de esta; de igual manera, se corrobora que el área corresponde a 56,6 hectáreas, como se observa en la figura 15.

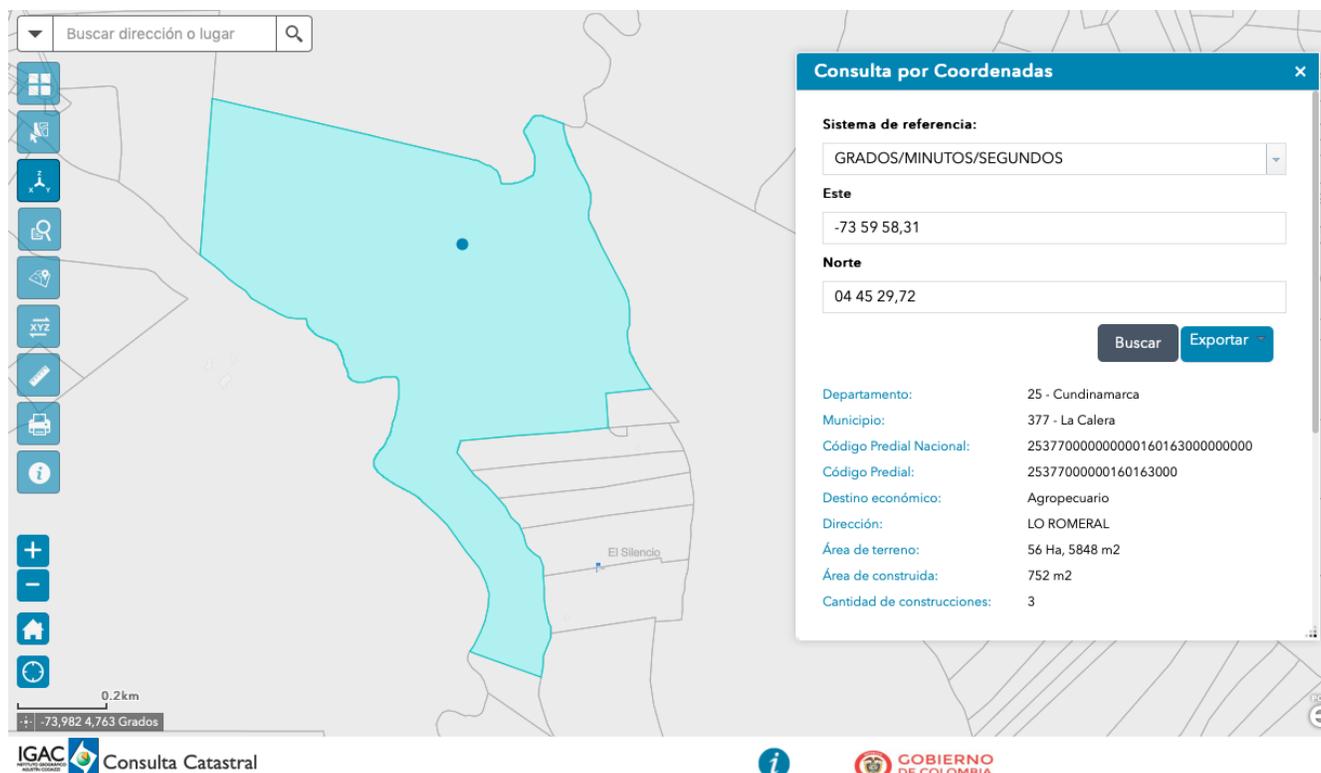


Figura 15. Delimitación catastral de la Finca La Aurora

Fuente: Adaptado IGAC (2019).

#### 14.2.2.2 Producción

En cuanto a la producción de leche, las mayores cantidades por litro/día/municipio de la subcuenca del río Teusacá se presentan en La Calera y Sopó, lo cual quiere decir que este municipio posee una fuerte actividad ganadera, acciones que han generado presiones significativas en el territorio (CAR, s.f).

La finca se dedica principalmente a la cría de bovinos (figura 16) y a la producción lechera (figura 17), las razas de vacas que se manejan son Holstein, Jersey, Simmental; la producción total de la finca es de 500 litros/día, y cada litro producido es vendido a \$1.100 a la compañía Alpina (figura 18). Se ordeñan entre 28 y 35 vacas, y la distribución de estas depende de la presión que dan las altas temperaturas, por lo que se ha tenido un máximo 7 vacas por fanegada o 6.400 m<sup>2</sup>, pastoreando sobre pasto kikuyo, el cual es fertilizado después de cada pastada con urea y sulfato de amonio (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).

Teniendo en cuenta que en Cundinamarca se producen 2.412.848 litros/día (Corporación Colombia Internacional, 2013), la finca La Aurora aporta en un 0,01658 % a la producción lechera.



*Figura 16. Cría de bovinos*

*Fuente: Autores (2019)*



*Figura 17. Área de ordeño*

*Fuente: Autores (2019)*



*Figura 18. Entrega a Alpina*

*Fuente: Autores*

#### *14.2.2.2 Clima*

El piso térmico predominante de La Calera es el frío y seco con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitación promedio entre 500 y 1.000 mm/año, se extiende desde los 2.000 hasta los 3.000 msnm (Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2014).

La temperatura media de La Calera es de 12,8 °C y su precipitación media es de 918 mm, como se observa en la figura 19 y 20 respectivamente (Climate Data, s.f). El clima de La Calera se clasifica como cálido y templado, y se caracteriza por tener precipitaciones significativas, pues incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Cfb (Climate Data, s.f), que se

caracteriza por tener inviernos fríos o templados y veranos frescos (Gobierno de Navarra, s.f). La humedad relativa en invierno es del 70% y en verano del 30% (Alcaldía de La Calera, 2008).

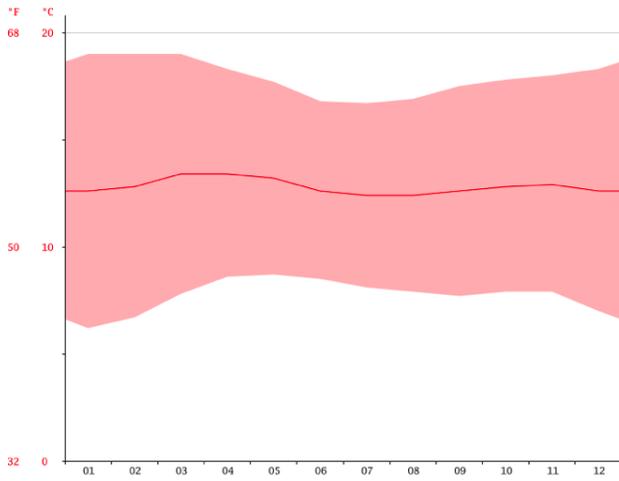


Figura 19. Diagrama de la temperatura de La Calera.

Fuente: Climate Data, (s.f)

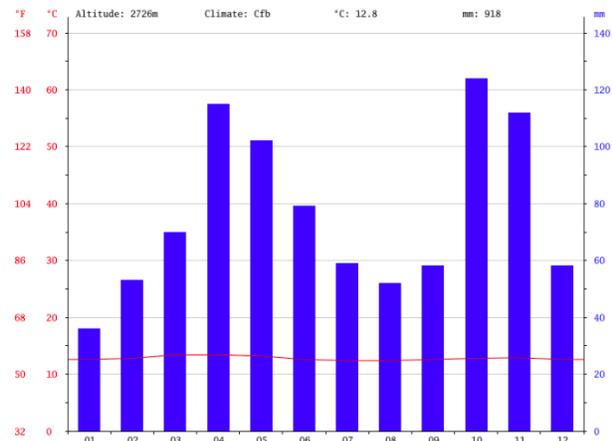


Figura 20. Climograma La Calera

Fuente: Climate Data, (s.f)

La velocidad media del viento es uniforme a lo largo del año, con un promedio de 1.7 m/s. Asimismo, la dirección predominante del viento es este durante todo el año, excepto para el mes de agosto, donde cambia a noreste (CAR, s.f).

### 14.2.2.3 Hidrología

Según la Alcaldía de La Calera (2016), los ríos que surcan el municipio son el río Teusacá y el río Blanco. El Municipio se encuentra ubicado dentro del valle del río Teusacá, en un área de 19.011,472 hectáreas (CAR, s.f), como se observa en la figura 21. El río Teusacá nace en la Laguna del Verjón, situada en el cerro de Monserrate, y desemboca en el río Funza o Bogotá. Tiene como ríos tributarios numerosas quebradas que aumentan su caudal, siendo las más importantes la del Hato, Encenilla, Marmaja, Cara de perro, Carrizal, Chocolatero, Cirujano, San Isidro, Siecha, Simayá, San Cayetano, Piedra Parada, Los Laureles, El Asilo, Aposentos y Aguas Claras (Alcaldía de La Calera, 2016; CAR, s.f), de la cual se surte la finca La Aurora.

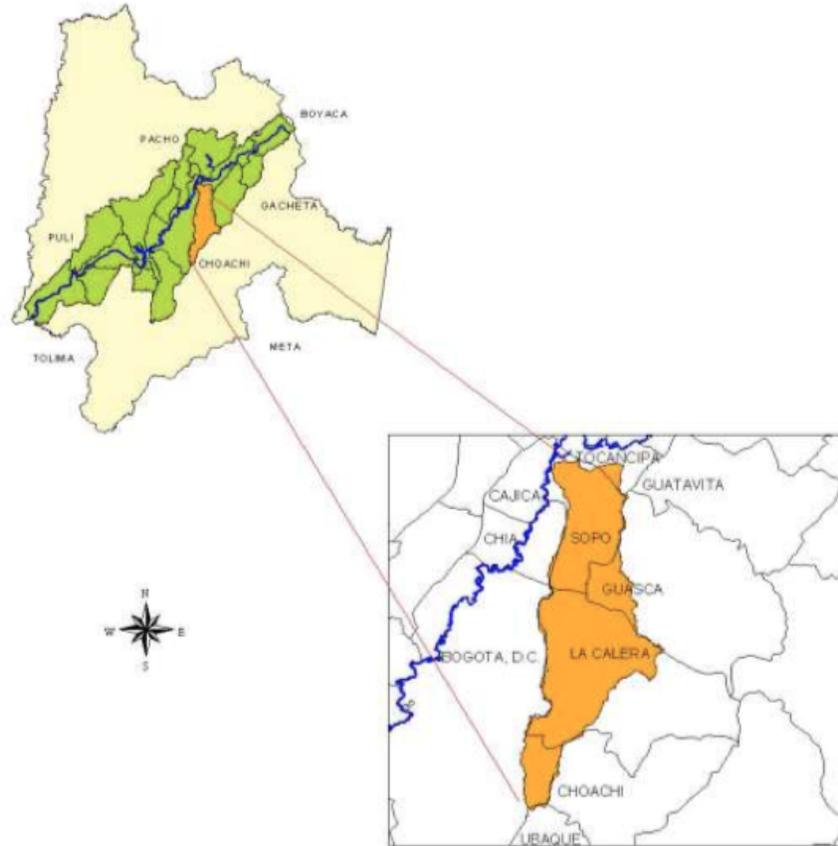


Figura 21. Localización de la subcuena Río Tusacá.

Fuente: CAR, (s.f)

Se evidenció que a lo largo de la finca existen cuerpos de agua de tamaño y caudal significativo que recorren el área de esta. Se observó un riachuelo en la zona oriental de la finca (figura 22) y la quebrada Aguas Claras en el costado norte de esta (figura 23 y 24). Se identificó que estos se encuentran expuestos a posibles afectaciones por las actividades productivas de la finca pues a pesar de que existe una cerca electrificada, los bovinos se encuentran a menos de 1,5 metros de los cuerpos hídricos a estos, lo cual puede repercutir en la calidad de estos.



*Figura 22. Cuerpos de agua costado oriental*

*Fuente: Autores (2019).*



*Figura 23. Cuerpo de agua norte (Aguas Claras).*

*Figura 24. Cuerpos de agua costado norte (Aguas Claras)*

*Fuente: Autores (2019).*

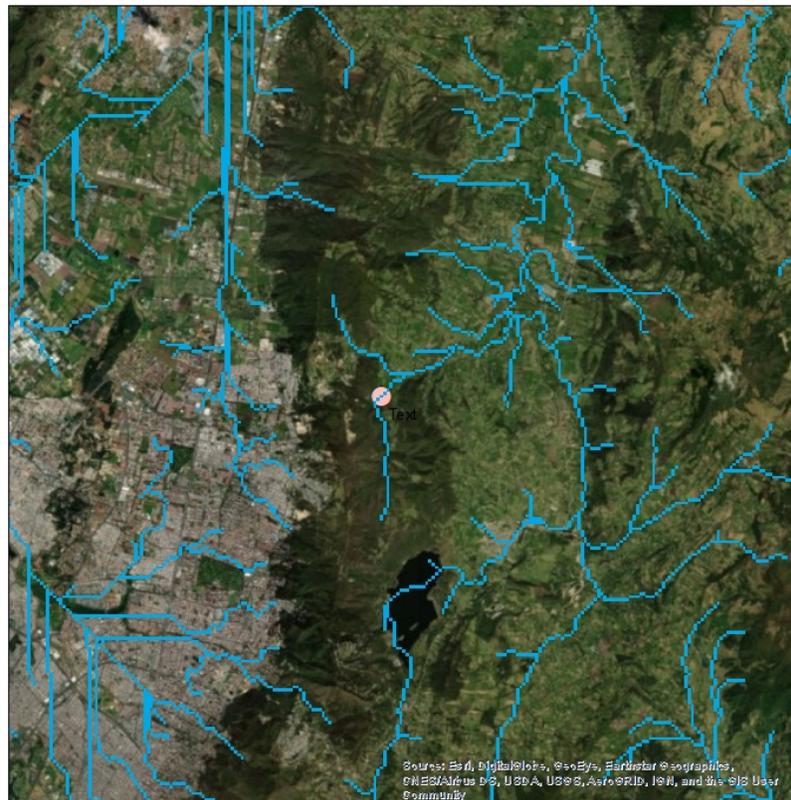
*Fuente: Autores (2019).*

Esta quebrada ha disminuido significativamente su caudal, principalmente por afectaciones de las fincas vecinas que generan presión sobre el recurso. La finca cuenta con concesión de la CAR y paga la

tasa de uso de agua. En cuanto al manejo del agua resultante de los procesos dentro de la finca, las aguas servidas las envían a un estercolero y por tubería las distribuyen a los potreros (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).

Con el fin de corroborar la información observada en campo se realizó un mapa de drenajes en ArcGIS como se puede observar en la figura 25, en el que es posible visibilizar los cuerpos de agua, y asimismo se evidencia el cuerpo de agua de donde provienen.

### Drenajes área de influencia finca La Aurora



### Leyenda

● La Aurora



Figura 25. Drenajes área influencia de la finca La Aurora.

Fuente: Autores (2019).

#### 14.2.2.4 Suelo

El territorio de La Calera está formado por la cordillera oriental que presenta numerosas ramificaciones, dando un aspecto quebrado, alternando valles, colinas y elevaciones (Alcaldía de La Calera, 2016). Los suelos en su mayoría tienen alto contenido de arcillas con mal drenaje, pero en las zonas planas, onduladas y de pendientes suaves son productivos, lo cual permite una agricultura y ganadería óptima (Alcaldía de La Calera, 2008).

Por otro lado, las características del suelo en la finca La Aurora, según la información recolectada a través del GeoPortal de IGAC se observan en la tabla 10.

**Tabla 10.** *Características del suelo*

Componente	Descripción
<b>Paisaje</b>	Montaña
<b>Clima</b>	Frío húmedo
<b>Tipo de relieve</b>	Crestones
<b>Litología</b>	Rocas clásticas, limo arcillosas y químicas carbonatadas con algunos depósitos de ceniza volcánica
<b>Características físicas</b>	Relieve moderadamente quebrado a moderadamente escarpado, con pendientes de 12 a 75%, afectado en sectores por erosión hídrica ligera y moderada
<b>Características químicas</b>	Suelos profundos a superficiales, bien a moderadamente bien drenados, texturas finas a moderadamente gruesas, reacción fuerte a medianamente ácida, saturación de aluminio baja y fertilidad moderada a alta, pH de 5,8
<b>Uso recomendado</b>	Bosque de protección y producción
<b>Prácticas</b>	Evitar talas y quemas. Controlar la extracción de madera

**Fuente:** IGAC (s.f).

Por medio de la técnica de observación en la visita de campo se pudo apreciar que el aspecto visual del suelo se encuentra, en general, en buenas condiciones, ya que como se observa en las figuras 26 y 27 las pasturas no se encuentran degradadas. Sin embargo, en el costado sur de la zona en la que se encuentran los bovinos se observaron pequeñas formaciones de gilgai generados por el pisoteo del ganado, las cuales presentan inundación moderada (Figura 28) posiblemente dada por el estancamiento de agua en una zona cercana (Figura 29), cabe resaltar que los días en los que se realizaron las visitas se habían presentado lluvias la noche anterior, lo que pudo influir directamente en la cantidad de agua estancada y en el nivel de encharcamiento de los gilgai.



*Figura 26. Pasturas de la finca La Aurora*

*Fuente: Autores (2019).*



*Figura 27. Pasturas de la finca La Aurora*

*Fuente: Autores (2019).*



*Figura 28. Gilgai*

*Fuente: Autores (2019).*



*Figura 29. Estancamiento de agua*

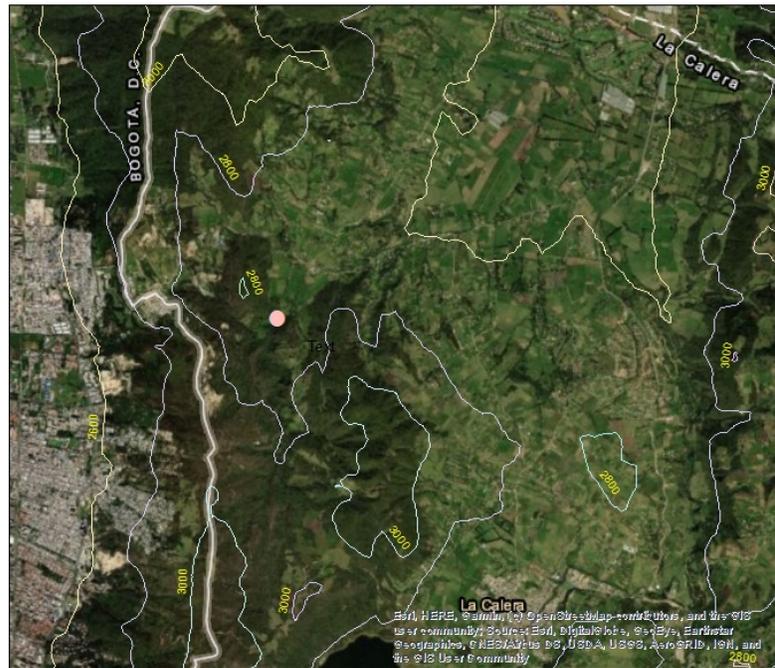
*Fuente: Autores (2019).*

Por otro lado, las excretas que quedan sobre el potrero se esparcen mediante el paso de llantas que hacen que se distribuya a lo largo del terreno para que las bacterias lo puedan degradar con la finalidad de que sirvan como abono; el resto se va a los potreros (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).

#### *14.2.2.5 Flora*

La Calera se caracteriza por presentar vegetación de bosque alto andino, en Colombia estos se presentan como una franja de tierra ubicado entre 2.800 y 3.200 metros de altitud (Romero, 2012). Como se observa en la figura 30, la Finca La Aurora se encuentra en una altura aproximada de 2800 m.s.n.m, indicando la presencia de bosque alto andino.

## Curvas de nivel



### Leyenda

● La Aurora

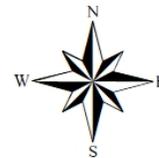


Figura 30. Curvas de nivel finca La Aurora

Fuente: Autores (2019).

Este tipo de bosque secundario mixto que se caracteriza por la presencia de especies arbóreas de forma discontinua y un sotobosque denso y continuo. El estrato más alto tiene alturas de 12 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) de 20-40 cm; el sotobosque, es decir, la vegetación formada por matas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque o monte, tiene alturas de 7 m, DAP 12-18 cm; y el estrato arbustivo es continuo y cerrado (CAR, 2009). Prevalcen especies como mano de oso, chilco, salvio, quiche, sauco, manzano, encenillo, helecho, laurel, arrayán, mortiño, cucharo, entre otras (CAR, s.f). Asimismo, se encuentran zonas con algunos parches que tienen cultivos abandonados de pino y eucalipto (CAR, 2009). Lo anterior concuerda con la información obtenida a través de la entrevista semi-estructurada:

A lo largo de la zona forestal de la finca hay una gran cantidad de especies nativas de plantas como pino colombiano, alcaparro, cedro blanco, mano de oso, arrayán, laurel, gaque, raque, aliso, mortiño, uña de gato, árbol loco, salvio, entre otros. Igualmente, en la finca existe una gran variedad de especies introducidas como sauco, tilo, acacia negra, acacia japonesa, acacia común, pino pátula, pino candelabro, pino ciprés (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).

#### *14.2.2.6 Fauna*

Al contar con un área tan extensa de zona forestal, se da la presencia de diversas especies de fauna silvestre, dentro de los cuales ha observado mamíferos como agouti paca, chuchas o faras, ardillas, comadrejas, zorros, guache, conejos silvestres; y aves como carpinteros, toche sabanero, sinsonte blanco, mirlas, pavas, gallinetas (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).

#### *14.2.2.7 Conocimiento sistemas silvopastoriles*

Al tener conocimiento previo de los sistemas silvopastoriles principalmente por el beneficio de estos en cuanto a la dieta de los bovinos, ha intentado sembrar especies silvopastoriles para el ganado (Acacias), medida que ha venido presentando inconvenientes limitando su implementación pues no son las más óptimas para los bovinos ya que aunque su contenido de proteína es alto, resultan ser muy leñosas y duras por lo que no son buenas en el ramoneo o almacenamiento de estos. Una de las especies que para conocimiento del dueño de la finca trae beneficios para el ganado es el botón de oro, por lo que tiene un semillero de 1.000 bolsas para sembrar (figura 31) como una iniciativa para obtener alimento, más no como sistema silvopastoril (Jaramillo, C, comunicación personal, 5 de abril y 12 de julio de 2019).



*Figura 31. Plántulas de botón de oro*

Fuente: Autores (2019)

Al realizar un barrido de la información recolectada en campo se logra determinar que por la distribución espacial de la finca, la existencia de una zona forestal y la presencia de una parte de potreros en donde se encuentran los bovinos, proponer la implementación de un sistema silvopastoril para la homogeneización de los ecosistemas como estrategia para mejorar la conectividad ecológica representa un beneficio para todos los involucrados, pues se pueden mejorar las dinámicas ecosistémicas de la zona al crear un corredor biológico, que además de mejorar la conectividad ecológica, propende a mejorar el bienestar del ganado y su entorno para incrementar la productividad.

### *14.3 Resultados objetivo específico 3*

→ *Plantear la propuesta de implementación del sistema silvopastoril para la finca La Aurora.*

Considerando toda la información recolectada anteriormente tanto bibliográfica como en campo, el planteamiento de la propuesta se desarrolló de manera que las características elegidas para el sistema vayan de acuerdo con las condiciones del terreno y a las necesidades de la finca para que de manera integrada se logre generar un beneficio.

En primera instancia, teniendo como principales variables de selección de especies, se tuvo en cuenta las especies de zonas de trópico alto que mejor se adapten a las condiciones de la finca, y que traigan beneficios alimenticios y del entorno para el ganado.

Para dar inicio al desarrollo de la propuesta se zonificaron las áreas ganaderas de la finca teniendo en cuenta que esta corresponde a 12,23 ha, es discontinua y se ubica en distintas partes del terreno. Se dividió en 4 secciones, como se observa en la figura 32, en donde se eligieron los sistemas silvopastoriles adecuados a la ubicación de estas.

La Zona 1 cuenta con un área total de 7 ha, es la más próxima al establo de ordeño, a la casa en donde se asientan los trabajadores y a los cuerpos hídricos, por lo que representa mayor impacto ecológico generado por la actividad económica. Las zonas 2, 3 y 4 cuentan con un área total de 1,37 ha, 1,71 ha y 2,15 ha, respectivamente, y son pasturas que están destinadas para la rotación del ganado.



Figura 32. Zonificación de la finca La Aurora: Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4. Fotografía adaptada de Google Earth

Fuente: Autores (2019)

Para el desarrollo de la propuesta se eligieron 2 tipos de sistemas silvopastoriles:

### 14.3.1 Cercas vivas

Se plantea la siembra de una cerca viva multiestrato, compuesta por Cedro y Botón de Oro, así:

#### 14.3.1.1 Cedro (*Cedrela odorata*)

Es una especie de árbol maderable utilizada como arreglos de cercas vivas en sistemas silvopastoriles, se desarrolla en alturas entre **1.600 – 3.000 msnm**, puede llegar a medir entre 25 y 30 m de altura, posee un tronco con pequeños canales, copa de forma redondeada, *semiglobosa* y follaje verde claro. Se da en suelos profundos, fértiles, bien drenados y con un **pH entre 5 y 7** (Villanueva *et. al.*, 2008).

#### 14.3.1.2 Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Es una especie herbácea forrajera que posee un **amplio rango de adaptación altitudinal**, alcanza alturas hasta de 5 m, tolera condiciones de pH entre 4,5 y 8 y bien drenados, y se adapta fácilmente en áreas a orillas de caminos, ríos y carreteras (González *et. al.*, 2014). Posee un alto balance nutricional, que posee una alta capacidad de producción de biomasa pues su producción por metro cuadrado en los periodos de rotación (40-45 días) está entre 3,5 y 3,7 kg (TvAgro, 2018). Tiene una alta capacidad de rebrote después del corte o ramoneo directo, rápido crecimiento y baja demanda de insumos, manejo y mano de obra para su cultivo (González, 2018). El botón de oro se puede asociar con el pasto que más se ajuste a las condiciones agroecológicas de cada lugar; para el clima frío se recomienda asociarlo con el pasto Kikuyo (González, 2018).

Puesto que el Botón de Oro se adapta fácilmente a las orillas de los ríos, es posible utilizarla para formar un corredor ribereño, que además de restaurar un ambiente acuático degradado también produce forrajes para la suplementación de los animales. Esto contribuye a la construcción de corredores biológicos entre fragmentos del bosque para la fauna del ecosistema (Uribe *et al.*, 2011).

Para el establecimiento espacial del sistema basado en la bibliografía existente, en la tabla 11, 12 y 13 se muestra la información referente a la cantidad de especies por recorrido total del área de la finca que va a abarcar el sistema de cercas vivas y de corredor ribereño.

**Tabla 11.** Cantidad de plántulas para la zona 1.

Arreglo	Especie	Distancia entre planta	Distancia entre surcos	Área total que recorre el sistema en la finca	Cantidad de plántulas	Total de plántulas
Cerca viva	Cedro <sup>1</sup>	6 m	6 m	1.014 m	169	169
	Botón de oro <sup>2</sup>	3 m	6 m	1.014 m	338	530
Corredor ribereño	Botón de oro <sup>2</sup>	1 m	3 m	192 m	192	

**Fuente:** Villanueva *et. al.* (2008)<sup>1</sup>, Uribe *et. al.* (2011)<sup>2</sup>

**Tabla 12.** Cantidad de plántulas para la zona 3.

Arreglo	Especie	Distancia entre planta	Área total que recorre el sistema en la finca	Cantidad de plántulas	Total de plántulas
Corredor ribereño	Botón de oro <sup>1</sup>	1 m	188 m	188	188

**Fuente:** Uribe *et. al.* (2011)<sup>1</sup>

**Tabla 13.** Cantidad de plántulas paa cercas vivas y corrdor ribereño de la finca La Aurora

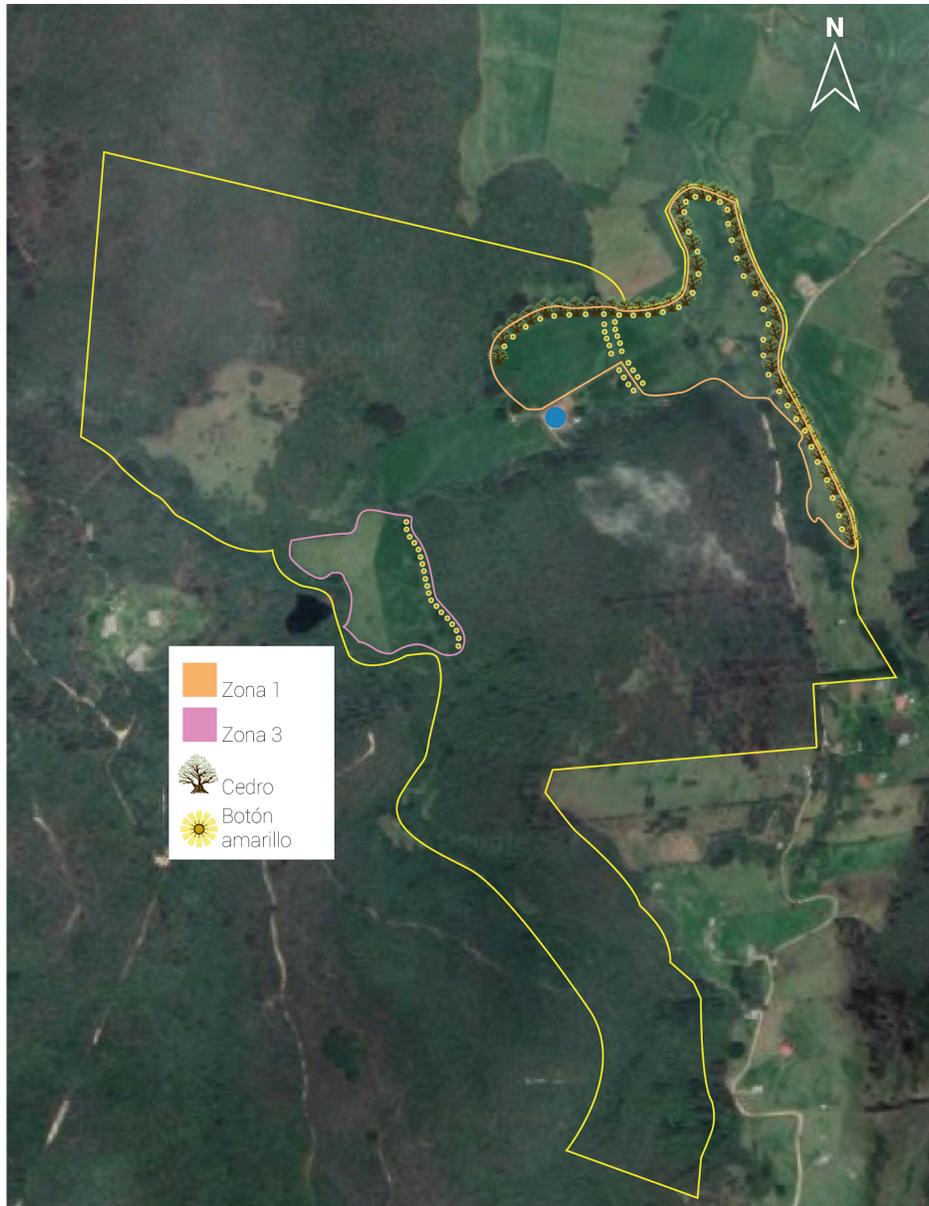
Especie	Total por especie	Total de árboles
Cedro	169	887
Botón de oro	718	

**Fuente:** Autores con referencia en Villanueva *et. al.* (2008)<sup>1</sup> y Uribe *et. al.* (2011)<sup>2</sup>

El sistema de cerca viva y de corredor ribereño se plantea implementarlo en el costado norte y este de la zona 1, como se muestra en la figura 33, pues en este lugar se encuentra la quebrada Aguas Claras y el riachuelo que la alimenta, para el desarrollo de este es necesario sembrar una hilera de Cedro y otra de Botón de oro con las distancias estipuladas en la tabla 11, como se muestra en la figura 34. La principal finalidad de este sistema es delimitar y separar la finca La Aurora del predio aledaño, así como proveer forraje para el ganado. En la parte central de la misma zona, se plantea el establecimiento de un corredor ribereño en los costados laterales del riachuelo, por medio de la siembra de botón de oro con las distancias estipuladas en la tabla 11, como se puede observar en la figura 35.

Asimismo, en la zona 3 se plantea implementar un corredor ribereño plantando Botón de oro con las distancias estipuladas en la tabla 12, como se muestra en la figura 35, pues al costado este de la zona se encuentra el riachuelo que continúa en la zona 1.

En la tabla 13 se observan la cantidad total de árboles por especie para la plantación de las cercas vivas y los corredores ribereños.



*Figura 33. Distribución de los sistemas de cercas vivas*

Fuente: Autores adaptado de Google Earth (2019)

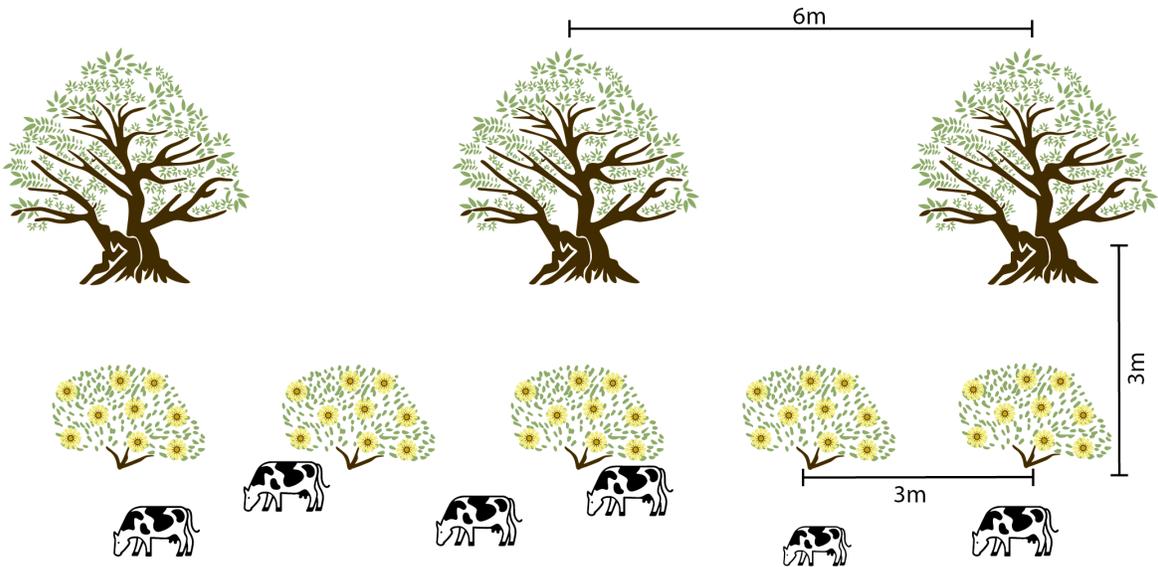


Figura 34. Distancia entre especies de cerca viva

Fuente: Autores (2019)

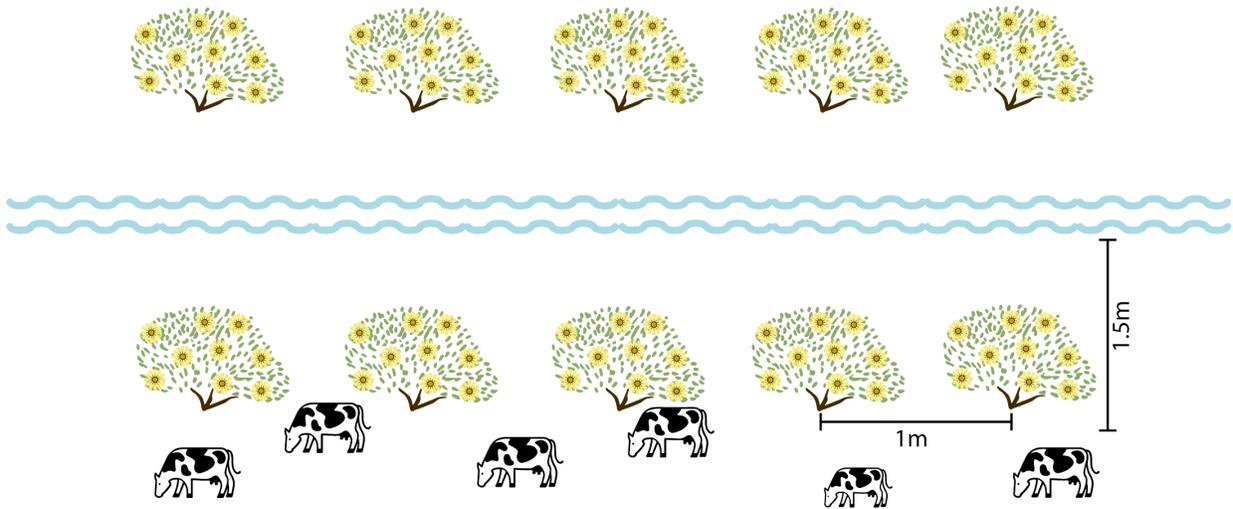


Figura 35. Distancia entre especies de corredor ribereño

Fuente: Autores (2019)

### 14.3.2 Pastura en callejones

Para este tipo de arreglo se plantea la siembra de una pastura en callejones multiestrato, compuesta por Aliso, Sauco y Tilo.

#### 14.3.2.1 Aliso (*Alnus acuminata*)

Es una especie que se adapta adecuadamente a alturas entre **1.700 y 3.000 msnm** y soporta heladas y vientos fuertes. Es un árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar entre 20 y 30 m de altura. Su desarrollo óptimo se da en suelos con **pH entre 4.5 y 6.0**, de origen aluvial o volcánico, profundos y bien drenados (Sánchez *et. al.*, 2009).

Posee un tronco subcircular, copa de forma ovalada, con amplitud de 5 m y altura de 3 m, y follaje verde oscuro (Fundación Cerros de Bogotá, s.f). Tiene la capacidad de aportar nitrógeno a la pradera para mejorar la productividad de las pasturas, sirve como forraje y como leña (TvAgro, 2018).

#### 14.3.2.2 Tilo (*Sambucus peruviana*)

Es una especie arbustiva forrajera originaria de los Andes que se adapta a alturas entre **2.000 y 3.600 msnm**, puede medir entre 3 y 6 m de altura, presenta hojas de color verde claro, copa irregular y tallo retorcido (Uribe *et. al.*, 2011). Aporta biomasa de buena calidad y en abundancia para la alimentación con una producción de forraje entre 3,2 kg/m<sup>2</sup>, soporta heladas, ramoneo directo, y tiene una buena capacidad de rebrote (TvAgro, 2016).

Esta especie es de rápida recuperación, crecimiento y fácil propagación, se utiliza como forraje y también como barrera para contrarrestar el efecto de los vientos sobre los pastos, promoviendo también la presencia de controladores biológicos de plagas que afectan al pasto Kikuyo (Uribe, 2011).

#### 14.3.2.3 Sauco (*Sambucus nigra*)

Es una especie arbustiva perenne, de 4 a 6 m de altura, copa redondeada, baja y densidad que se da en alturas entre **1.000 y 3.000 msnm**. Tolera acidez leve, no se desarrolla en suelos mal drenados pero sí cercanos a fuentes hídricas. Por sus condiciones de rápido crecimiento y facilidad de rebrote, permiten el consumo directo de forraje con alto valor nutricional para los animales. Gracias a sus frutos, olores y semillas atrae la fauna; igualmente, la presencia del saúco contribuye al crecimiento del pasto Kikuyo (Grajales *et al.*, 2015).

Para el establecimiento espacial del sistema basado en la bibliografía existente, en la tabla 14 se muestra la información referente a la cantidad de especies por área de la finca que va a abarcar el sistema de pasturas en callejones.

**Tabla 14.** Cantidad de plántulas para la pastura en callejones de la finca La Aurora

Arreglo	Especie	Distancia entre planta	Distancia entre surcos	Área total que abarca el sistema en la finca	Cantidad de plántulas
<b>Zona 1</b>					
Primer estrato	Aliso <sup>1</sup>	5 m	20 m	823 m	165
Segundo estrato	Sauco <sup>2</sup>	3 m	20 m		275
	Tilo <sup>3</sup>	3 m	20 m		275
<b>Zona 2</b>					
Primer estrato	Aliso <sup>1</sup>	5 m	20 m	475 m	95
Segundo estrato	Sauco <sup>2</sup>	3 m	20 m		158
	Tilo <sup>3</sup>	3 m	20 m		158
<b>Zona 3</b>					
Primer estrato	Aliso <sup>1</sup>	5 m	20 m	580 m	116
Segundo estrato	Sauco <sup>2</sup>	3 m	20 m		194
	Tilo <sup>3</sup>	3 m	20 m		194
<b>Zona 4</b>					
Primer estrato	Aliso <sup>1</sup>	5 m	20 m	557 m	111
Segundo estrato	Sauco <sup>2</sup>	3 m	20 m		186
	Tilo <sup>3</sup>	3 m	20 m		186

**Fuente:** Sánchez *et. al.* (2009) <sup>1</sup>, Sánchez *et. al.* (2009) <sup>2</sup>, Uribe *et. al.* (2011) <sup>3</sup>

La cantidad de plántulas por especie que se requiere sembrar por surco se encuentra plasmada en el anexo 2

**Tabla 15.** Cantidad total de plántulas para la pastura en callejones de la finca La Aurora.

Especie	Total por especie	Total de árboles
Aliso	487	2.113
Sauco	813	
Tilo	813	

**Fuente:** Autores

El sistema de pasturas en callejones se plantea implementarlo en todas las zonas ganaderas de la finca, pues en estas es donde se encuentran los bovinos, sea en permanencia o en periodo de rotación, siendo tierras que no se están aprovechando en su totalidad. Para el desarrollo de este tipo de sistema silvopastoril es necesario sembrar una hilera de Aliso en medio de una de Sauco y otra de Tilo (figura 36), con las distancias estipuladas en la tabla 14, como se muestra en la figura 37. En la tabla 15 se muestra el total de árboles por especie requeridas para el sistema. Asimismo, teniendo en cuenta que se va a mantener la especie de pasturas Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pues es una gramínea que se desarrolla en alturas entre 1.700 y 2.800 msnm, requiere valores de precipitación anuales entre 760 y 1.600 mm, adaptándose fácilmente a climas fríos (Gualdrón & Padilla, 2007), el diseño final del arreglo de pasturas en callejones se puede apreciar en la figura 38.



Figura 36. Pasturas en callejones

Fuente: Autores adaptado de Google Earth (2019)

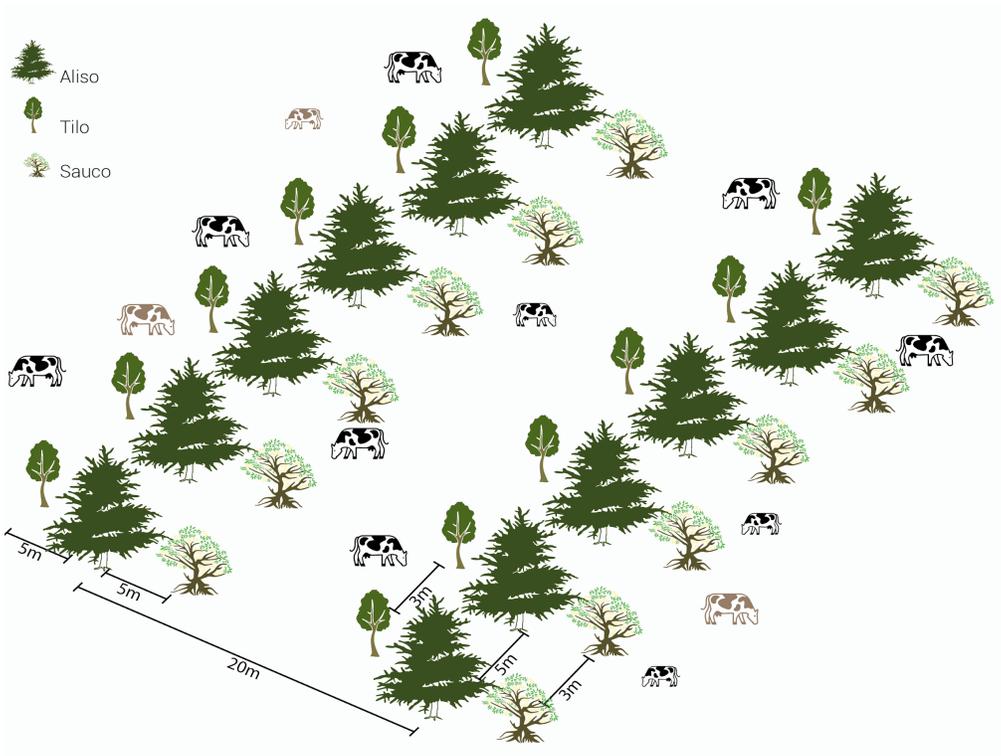


Figura 37. Distancia entre especies de la pastura en callejones

Fuente: Autores (2019)

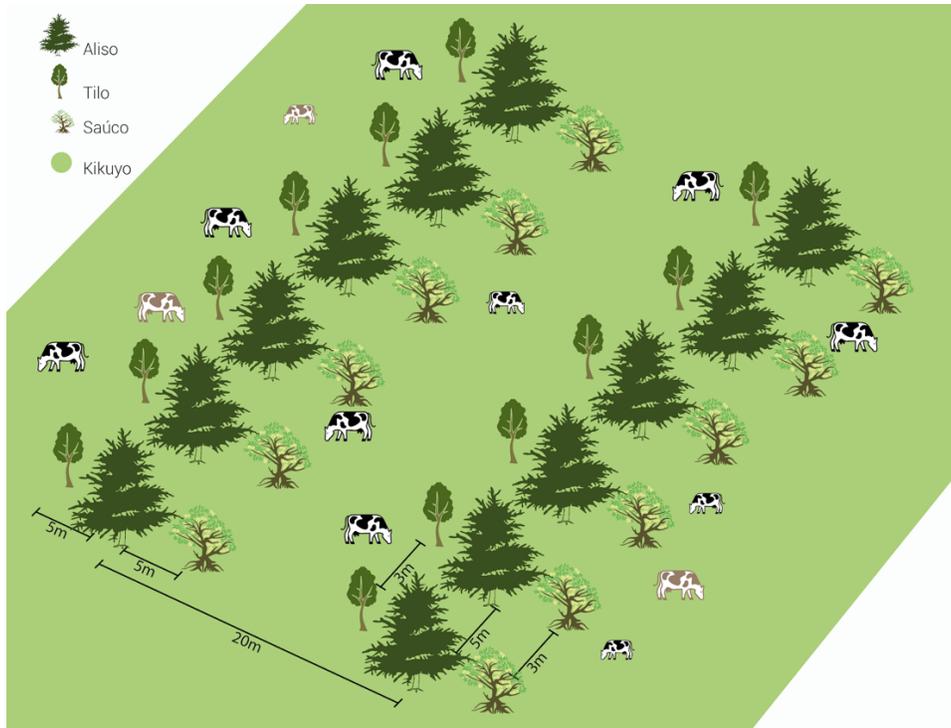


Figura 38. Distancia entre especies de la pastura en callejones con pasto Kikuyo

Fuente: Autores (2019)

En la figura 39 se muestra el diseño final de la propuesta de los arreglos silvopastoriles de pasturas en callejones y cercas vivas para la finca La Aurora.

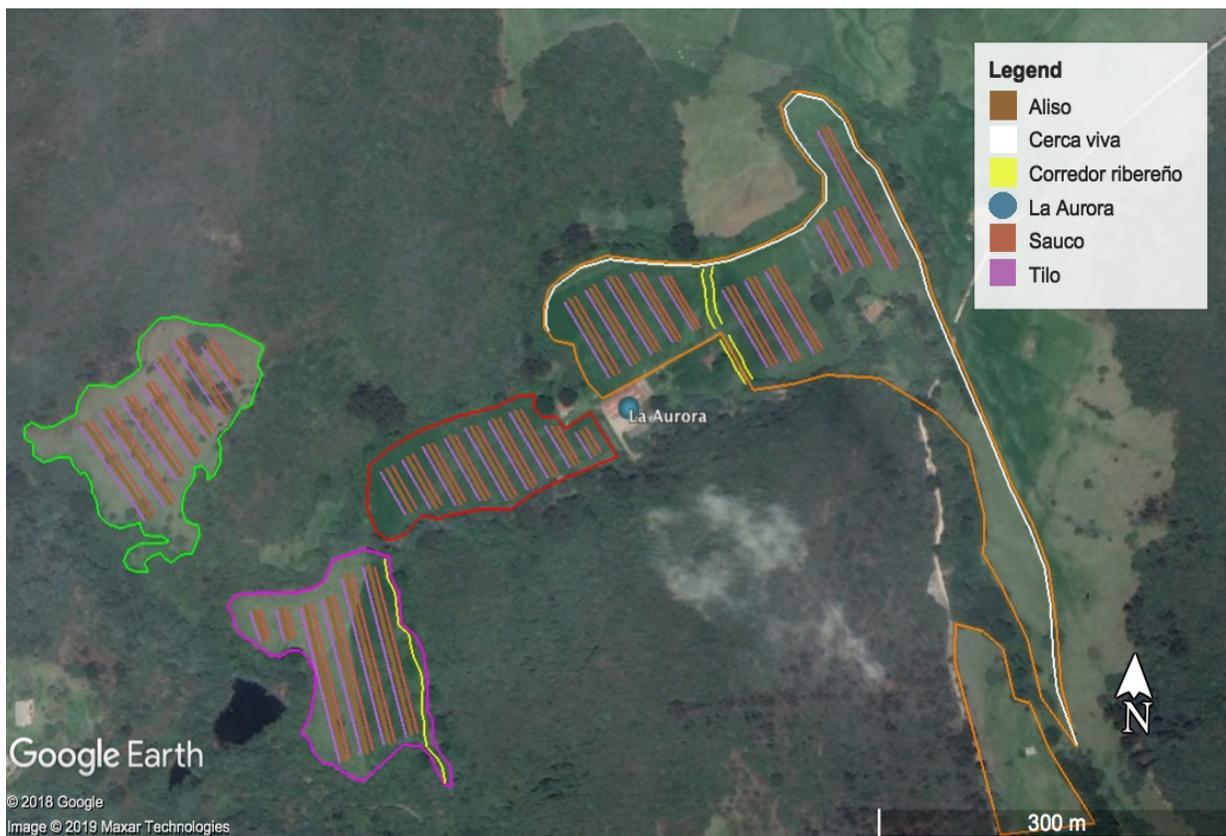


Figura 39. Distribución de los sistemas silvopastoriles

Fuente: Autores adaptada de Google Earth (2019)

Una vez desarrollada la propuesta, como estrategia de difusión de la información y de educación ambiental, se plantea la creación de un programa por medio del cual se puedan establecer acciones y estrategias para el cumplimiento y seguimiento de estos, como se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16.** Programa de difusión de información y educación ambiental a los encargados de la finca y a estudiantes participantes

Meta	Medio	Acción
Las partes interesadas conozcan en qué consisten y cuáles son los componentes de los sistemas silvopastoriles y los beneficios que estos	- Cartografía social - Mapa de distribución del sistema silvopastoril en la finca	Organizar reuniones periódicas en las que se generen espacios de conversación con los encargados para tratar temas referentes a los sistemas silvopastoriles en su

<p>traen en general y a su territorio y para la actividad productiva.</p>		<p>territorio.</p>
<p>Las partes interesadas adopten la propuesta como una posibilidad de implementación.</p>	<p>Se realizarán dos sesiones.</p>	
<p>Los estudiantes que realizan actividades en la finca, sean alumnos o practicantes a cargo del profesor, adquieran conocimiento acerca de los sistemas silvopastoriles para que de esta manera puedan aplicarlos en su vida profesional y lograr promover la difusión de la información en su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía social</li> <li>- Infografía</li> <li>- Mapa de distribución del sistema silvopastoril en la finca como ejemplo de aplicación</li> <li>- Casos exitosos de implementación de sistemas silvopastoriles</li> </ul>	<p>Abrir junto con el profesor espacios en donde se lleven a cabo pequeñas charlas en las que se interactúe con los estudiantes para explicar de manera didáctica las generalidades y beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles.</p> <p>Las reuniones se realizarán semestralmente.</p>
<p>Promover la unificación entre productores vecinos para generar un aumento de difusión de información sobre los sistemas silvopastoriles para propiciar un cambio de una ganadería tradicional a una sostenible en la zona.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía social</li> <li>- Infografía</li> <li>- Mapa de distribución del sistema silvopastoril en la finca como ejemplo de aplicación</li> <li>- Casos exitosos de implementación de sistemas silvopastoriles</li> </ul>	<p>Reunir a pequeños ganaderos vecinos que estén interesados en conocer sobre los sistemas silvopastoriles, para difundir la información y generar espacios participativos para que sea posible asociar las fincas hacia una misma finalidad.</p> <p>Las reuniones se realizarán trimestralmente.</p>

**Fuente:** Autores

Para realizar el análisis financiero se calculó la Tasa Interna de Retorno y el Valor Presente Neto del proyecto de la propuesta de implementación del sistema silvopastoril en la finca La Aurora. En primera instancia se consideraron los ingresos brutos de la finca, los cuales corresponden a \$198.000.000 al año, con unos gastos anuales de \$146.844.679 generando una ganancia neta de \$51.155.321.

Una vez obtenidos estos datos, se plasmaron los datos de la inversión inicial, la cual equivale a \$20.024.500, y se realizó la proyección tanto de las ganancias como de los gastos, teniendo en cuenta el aumento de la productividad lechera y la disminución de los costos del concentrado y de los fertilizantes con el fin de realizar el flujo de caja proyectado a 10 años (2020-2029), teniendo como referencia el IPC (Índice de Precios del Consumidor) del presente año el cual es 3,15% (DANE, 2019). Con estos datos se realizó el cálculo del VPN arrojando un valor de \$ 461.044.781, en donde fue mayor a cero en el año 6 y la TIR fue de 14% como se muestra en la figura 39.

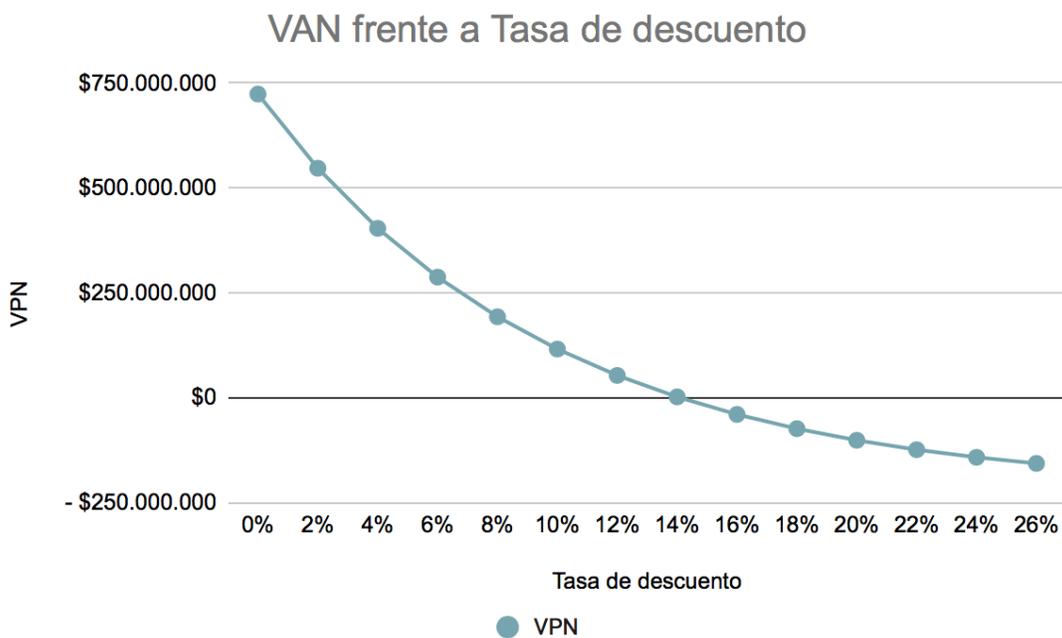


Figura 40. Cálculo del VPN

Fuente: Autores (2019)

## 15. Análisis y discusión de resultado

La finca La Aurora representa un territorio con un gran potencial de implementación de sistemas silvopastoriles dada la existencia de un sistema forestal que se encuentra alrededor de las zonas ganaderas y abarca la mayor parte de la finca. Asimismo esta ventaja está dada por las condiciones climáticas, puesto que el rango de temperatura entre 12 y 18°C y de precipitación entre 500 y 1.000 mm/año (Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2014), es óptimo para el crecimiento de una gran cantidad de especies arbóreas y arbustivas (Uribe, 2011); hidrológicas, debido a que la disponibilidad hídrica que presenta la finca es alta y que, sujeta a la vegetación facilita el intercambio de nutrientes así como el suministro de agua necesaria para el desarrollo óptimo de las plantas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018); y edafológicas, ya que datan de un suelo con buena fertilidad, pues presenta características arcillosas con depósitos de ceniza volcánica, bien drenados, profundos y con un pH ligeramente ácido (5,8) (IGAG, s.f), variables que permiten determinar de manera específica cuáles son las especies de plantas que mejor se adaptan y desarrollan en la finca; asimismo, según lo establecido en el Plan de ordenamiento territorial de la Calera, los usos silvopastoriles se localizan en terrenos con

pendientes complejas entre el 50% y 75% (Acuerdo municipal 011, 2010), lo cual significa que la finca, al presentar pendientes entre 12 a 75% (IGAG, s.f), se encuentra dentro de los límites en los cuales se presentan condiciones aptas para la implementación de estos sistemas dentro de los lineamientos establecidos.

Cabe resaltar que al contar con zonas forestales tan extensas y al tener conocimiento de avistamientos de fauna silvestre por parte del dueño y de los encargados de la finca, el sistema silvopastoril propicia la creación de corredores biológicos, que según Van & Sawart (2008) mencionado por Grajales (2015) los sistemas silvopastoriles permiten la unificación de zonas forestales, mejoran la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos, así como propender las interacciones de poblaciones, flujo de especies e intercambio genético.

Otro factor significativo que influye en la pertinencia de la implementación de un sistema silvopastoril en la finca, es que durante las visitas se evidenciaron problemáticas como la formación de gilgai, degradación leve de pasturas, cercanía de bovinos a cuerpos hídricos, falta de protección del ganado ante condiciones climáticas que representan estrés sobre su desarrollo y disminución de su productividad, además de los impactos propios de la ganadería tradicional, los cuales pueden ser mitigados por medio del sistema.

A través del acercamiento al propietario y a los encargados de la finca fue posible evidenciar el interés de estos hacia la implementación de un sistema silvopastoril, pues cuentan con 1.000 plántulas de Botón de oro, especie que tiene un alto potencial para ser implementado en un sistema silvopastoril, sin embargo, se tenía planeado utilizarlo como un complemento en la alimentación del ganado. El interés no solamente estaba enfocado en el aumento de los ingresos generado por el incremento de la productividad, sino por el beneficio que este representa sobre el ecosistema, siendo una ventaja pues para poder implementar este tipo de estrategias se requiere en gran medida de la disposición para llevarlo a cabo.

La propuesta del sistema silvopastoril para la finca estuvo determinada por la necesidad de mitigar y prevenir los impactos que genera la actividad económica en el ecosistema, por lo que se eligió el arreglo silvopastoril de cercas vivas para delimitar y separar el predio de la finca aledaña, así como medida de control para que los bovinos no pastoreen en cercanía de los cuerpos hídricos y de manera de corredor ribereño para protegerlos de las posibles afectaciones derivadas de la actividad, por su parte, el arreglo de pasturas en callejones sirve para propiciar el incremento de fojalle así como la mejora de las condiciones ecológicas de la finca.

Cabe resaltar que la elección de las especies de los arreglos silvopastoriles para la finca se consideró como variables principales, pero no exclusivas la adaptación de estas a la altura de la finca, teniendo en cuenta que esta se encuentra a 2.800 msnm como se observa en la figura 28, que el pH del suelo es de 5,8 y que de acuerdo a la entrevista semi-estructurada realizada, estas especies ya se encuentran dentro del sistema forestal de la finca demostrando adaptabilidad a esta.

Es por esta razón que para la **cerca viva** se eligió el Cedro (*Cedrela odorata*), pues se desarrolla en alturas entre 1.600 y 3.000 msnm y en suelos bien drenados con un pH entre 5 y 7 (Villanueva *et. al.*, 2008), y que, por su altura, que llega hasta los 25 m, se eligió como primer estrato, con un total de 169 plantas; y el Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como cerca viva y corredor ribereño, ya que se desarrolla en un amplio rango altitudinal y en un pH entre 4,5 y 8 (González *et. al.*, 2014), posee una alta

adaptabilidad a las orillas de los ríos (Uribe *et al.*, 2011) y aunque su consumo es aceptado en menor medida por los bovinos en comparación con otras especies (García *et al.*, 2008), su valor nutricional es alto, y tras el ramoneo directo y/o la poda de la cerca viva es posible ser suministrado como alimento del ganado (González *et al.*, 2014), con un total de 718 plantas de esta especie, las cuales ya están a disponibilidad de la propuesta.

Por otro lado, para el arreglo de **pasturas en callejones**, se eligió el Aliso (*Alnus acuminata*) en un arreglo de 5 x 20, con una densidad de 100 plantas/ha, con una totalidad 487 plantas, esta se adapta a alturas entre 1.700 y 3.000 msnm y se desarrolla adecuadamente en suelos de origen volcánico con pH entre 4,5 y 6 (Sánchez *et al.*, 2009); el Tilo (*Sambucus peruviana*) en un arreglo de 3 x 20, con una densidad de 167 plantas/ha, y una totalidad de 813 plantas, la cual se adapta a alturas entre 2.000 y 3.600 msnm y acidez leve (Uribe *et al.*, 2011); y el Saúco (*Sambucus nigra*) igualmente en un arreglo de 3 x 20, con una densidad de 167 plantas/ha, con una totalidad de 813 plantas, que se adapta a alturas entre 1.000 y 3.000 msnm y tolera acidez leve (Grajales *et al.*, 2015). Estas especies presentan características óptimas en su desarrollo y altura que lo hacen apto para este tipo de arreglo considerando su valor nutricional y su facilidad de ramoneo.

La distribución de las especies en este sistema estuvo dada por sus características de crecimiento, por lo que el Aliso, al ser una especie que alcanza alturas aproximadas de 20 m, se eligió para adecuar en el medio como el primer estrato con la finalidad de que indirectamente funcione también como sombra para evitar estrés calórico en los bovinos. Por otro lado, dadas las características nutricionales del forraje del Tilo y del Saúco, se propuso el establecimiento de estas especies como segundo estrato en lados opuestos del Aliso, para ser objeto de ramoneo por parte de los bovinos por su capacidad de alcance.

Adicionalmente, las distancias entre las plántulas y los surcos mostradas en las tablas 10, 11, 12 y 13 para los arreglos silvopastoriles están determinadas por el crecimiento radicular de cada una de las especies, el cual establece que el crecimiento de estas no debe ser mayor a la distancia requerida entre cada plántula (Sánchez *et al.*, 2009 & Uribe *et al.*, 2011).

El establecimiento de este tipo de sistemas representa una mejora en la productividad lechera, pues la asociación de especies de pasturas, arbustivas y arbóreas en diferentes estratos y organizadas en varios arreglos permiten que, por las cualidades de las especies y sus interacciones, se mejore el desarrollo del animal, lo que a su vez repercute en la mejora de la productividad de la leche. Esto se puede evidenciar por medio de distintos casos de implementación exitosos en los que se evalúan sistemas silvopastoriles con las especies que se eligieron para fines de esta propuesta, en los cuales: Se evidencia que, para el Botón de oro, según Mahecha *et al.* (2007) mencionado por González *et al.* (2014), el reemplazo del 35% del alimento balanceado por forraje de *Tithonia diversifolia* tiende a mejorar la producción y la calidad de la leche. Por otro lado, el Saúco estimula la producción de leche debido a su equilibrio proteico-energético (Jaramillo, 2000), ya que como lo indica Carvajal *et al.* (2012) y Cárdenas *et al.* (2011), se han encontrado mayores porcentajes de fracciones solubles nitrogenadas, llegando a la conclusión que la proteína del saúco mejora la productividad de la leche. Para el caso del Tilo, Blanco *et al.* (2005) mencionado por Saavedra y Rodríguez (2017) se obtuvo un rendimiento de 18 L/vaca/día en un proceso de suplementación en vacas Holstein con una asociación de Tilo con acacia y avena, valor que al representar un incremento en el rendimiento, se asocia con el aumento de la productividad de los bovinos.

Finalmente, para el caso del Aliso y el Cedro, por su altura y características aportan sombra a las pasturas y formación arbóreas y arbustivas de menor tamaño, mejorando su crecimiento y desarrollo nutricional, permitiendo que el follaje sea de mejor calidad, por lo que el consumo del este repercute en mayor productividad (Sánchez *et. al.* 2009), asociado igualmente a que estos le proveen sombra al ganado.

Una de las ventajas que se evidenció en la finca está asociada al tipo de pastura utilizada para los potreros, la cual es el pasto Kikuyo, que en relación con las especies anteriormente mencionadas se crean asociaciones simbióticas las cuales permiten potenciar los niveles proteicos de los follajes por medio de la generación de sombra (Sánchez *et. al.*, 2009) y por procesos como la fijación de nitrógeno que mejoran la fertilidad del suelo (TvAgro, 2016), y asimismo las especies arbóreas y arbustivas actúan como controladores biológicos de plagas que afectan al pasto kikuyo (Uribe *et. al.*, 2011).

Finalmente, la TIR equivale al VPN cuando es igual a cero, lo cual representa la viabilidad del proyecto con el fin de reducir el riesgo de inversión. Es así, que para que el proyecto represente una recuperación de la inversión y posterior ganancia se podrá evidenciar a partir del año 6 que es cuando el VPN > 0 a una TIR de 14%. La recuperación de esta inversión, aunque sea a mediano plazo, se encuentra relacionada congruentemente con el crecimiento de los árboles, el cual es el factor determinante en la disminución de la cantidad de concentrado dado a los bovinos y de la reducción del uso de fertilizantes por la acción natural de los árboles. Asimismo, cabe resaltar que es una inversión que se mantiene en el tiempo de manera beneficiosa para todo el entorno y para la producción, que de igual manera genera posibles ganancias adicionales al poder utilizar todas las potencialidades del sistema, como por ejemplo el insumo maderable.

## 16. Conclusiones

El desarrollo de la propuesta fue posible en gran medida gracias a la participación de los involucrados en la formulación por medio de la cartografía social, la cual representa una herramienta de gran utilidad para generar propuestas con conocimiento detallado del terreno por parte de personas que se desarrollan en este, y asimismo se despertó un interés y acompañamiento con mayor seguimiento para la implementación de esta. Igualmente, las estrategias de divulgación de la información son de gran utilidad pues logran su difusión con mayor facilidad y entendimiento para las personas que se desarrollan en distintas disciplinas y que pueden llegar a estar interesadas en conocer acerca del tema.

Realizar el reconocimiento detallado del territorio hace parte fundamental del desarrollo de cualquier tipo de proyecto, que para efectos del presente, la formulación final del sistema silvopastoril se pudo realizar gracias a los recorridos en campo, en soporte con los datos bibliográficos encontrados y los sistemas de información geográfica, que en conjunto, permitieron seleccionar los tipos de arreglos silvopastoriles y las especies que mejor se adaptan a la necesidad que existe en la finca a nivel ecosistémico y económico.

La propuesta final de la implementación del sistema silvopastoril para la finca, con los tipos de arreglos y especies escogidas, representa una alternativa por medio de la cual se aumenta la conectividad ecológica, al unificar las zonas forestales que fueron separados para la realización de la actividad

ganadera, por medio de la creación de corredores biológicos que potencializan las interacciones y mejoran las condiciones del ecosistema y de los bovinos, lo que a su vez repercute de manera directa en un aumento en la productividad de las vacas lecheras, por lo que se aumentan las ganancias económicas al reducir costos de alimentación y de fertilizantes. En general, los sistemas silvopastoriles representan una mayor productividad primaria neta puesto que poseen mayor capacidad de captación de luz, reciclaje de nutrientes y eficiencia de uso de agua, lo que implica una mayor movilización de carbono en el sistema.

De acuerdo con la revisión bibliográfica y la visita realizada en campo, la propuesta de implementación de un sistema silvopastoril representa beneficios en las actividades productivas, en los ecosistemas presentes en el área de la finca, para el cuerpo de agua que se encuentra en el área de influencia y en el dueño de la finca. Por otro lado, cabe resaltar el interés y apoyo del profesor Carlos Mario Jaramillo por ser parte de la propuesta y posible implementación en su finca.

## **17. Recomendaciones**

Para futuros proyectos, es necesario que se tenga en consideración que el desarrollo de la propuesta de un sistema silvopastoril siempre va a depender de las condiciones del terreno, así que la elección de los arreglos y de las especies de estos depende de la necesidad y las condiciones existentes; asimismo, si existe la disponibilidad de tiempo e interés, se puede llevar el proyecto a una fase experimental con el fin de contribuir al desarrollo económico y ecosistémico de un terreno.

Por otro lado, al desarrollar la propuesta se puede evidenciar la posibilidad de realizar futuros proyectos que se encuentren enfocados a estudios sobre la capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático por parte de las especies que se utilizan en arreglos silvopastoriles por su capacidad de captura de carbono.

Si las partes interesadas desean llevar a cabo la implementación de la propuesta, es necesario que realicen de manera adecuada la siembra de las plantas, teniendo como guías técnicas de siembra de cada una de las especies seleccionadas, asimismo es de vital importancia que se respeten los espacios entre plántulas y surcos pues de no hacerlo, los árboles pueden no desarrollarse de la manera esperada, representando una pérdida económica y de material. Por otro lado, el mantenimiento que se le debe hacer a los sistemas debe realizarse en los tiempos y de las maneras recomendadas para que la generación de follaje sea la adecuada y logre representar al suplemento en la alimentación de los bovinos adecuada, así como respetar el tiempo de rotación del ganado en las pasturas para que el crecimiento del sistema se de en el tiempo adecuado y no se produzca la degradación de estas.

A nivel gubernamental, se evidencia la necesidad de Incentivar la implementación de sistemas silvopastoriles en zonas actividad ganadera con el fin de hacer más eficientes los sistemas pecuarios, recuperar la conectividad ecológica y fomentar la creación de una cultura silvopastoril en los pequeños y grandes ganaderos.

## 18. Referencias bibliográficas

- Albers, M. (2015) Infographics and Communicating Complex Information. In: Marcus A. (eds) Design, User Experience, and Usability: Users and Interactions. DUXU 2015. *Lecture Notes in Computer Science, vol 9187*. Springer, Cham. Obtenido de: [https://link-springer-com.ezproxy.unbosque.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-20898-5\\_26#citeas](https://link-springer-com.ezproxy.unbosque.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-20898-5_26#citeas)
- Alcaldía de La Calera. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal. La Calera 2008-2011*. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pts%20-%20plan%20territorial%20de%20salud%20-%20la%20calera%20-%20cundinamarca%20-%202008%20-%202012.pdf>
- Alcaldía de La Calera. (2016). *Mi municipio*. Recuperado de: <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Acuerdo Municipal 011. (2010). *Plan de ordenamiento territorial municipio La Calera*. Obtenido de: [http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/ACUERDO%20N\\_%20011%2027%20DE%20AGOSTO%20DE%202010%20POT.pdf](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/ACUERDO%20N_%20011%2027%20DE%20AGOSTO%20DE%202010%20POT.pdf)
- Altuve, J. (2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Actualidad Contable Faces*, 7(9): 7-17. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/257/25700902.pdf>
- Amaya, E. (2018). Estimación de caudales medios para la subcuenca del río Teusacá mediante el software HEC-HMS. (Trabajo de grado). Obtenido de: <repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15342/2019erikaamaya.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Arnold, M. & Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*, (3). Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>
- Becerra, M. (2003). (ed). *Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de recursos naturales in situ. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia*. 186 p. Obtenido de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31412/46.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botero, L., & De La Ossa, J. (2003). Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales. Mamíferos herbívoros domésticos. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2003. 76 p. (*Serie Ciencia y Tecnología, No. 119*)
- Buitrago, M., Ospina, L. & Narváz, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: Alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(1): 31-42. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v22n1/0123-3068-bccm-22-01-00031.pdf>

- Concejo Municipal de La Calera. (2010). Acuerdo Municipal No 011. Obtenido de:  
[http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/ACUERDO%20N\\_%20011%2027%20DE%20AGOSTO%20DE%202010%20POT.pdf](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/ACUERDO%20N_%20011%2027%20DE%20AGOSTO%20DE%202010%20POT.pdf).
- Calle, Z., Murgueitio, E. & Calle, N. (2001). *Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas*. Ganadería Productiva y Sostenible. Fundación Cipav, Cali, Colombia, 65 pp.
- Calle, Z. & Murgueitio, E. (2008). *El botón de oro: Arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña*. Obtenido de:  
[http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/File/Boton\\_de\\_Oro\\_y\\_Ganaderia.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Boton_de_Oro_y_Ganaderia.pdf)
- Cañas, R. & Aguilar, C. (1992). *Uso de la bioenergética en producción de bovinos. Simulación de sistemas pecuarios*. San José, Costa Rica. pp 7-100.
- CAR. (s.f). *Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá - Subcuenca Río Teusacá*. Obtenido de:  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25d4c03bce.pdf>
- CAR. (2009). Reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá: Inventario de fauna. Obtenido de:  
<http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33721/03794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cárdenas C, Rocha C y Mora J. (2011). Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1)
- Carvajal T., Lamela L. & Cuesta A. (2012) Evaluación de las arbóreas *S. nigra* y *Acacia decurrens* como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Pastos y Forrajes*, vol. 35, núm. 4, octubre- diciembre, 2012, pp. 417-429.
- Cárdenas, C., Rocha, C., & Mora, J. (2011). Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. *Revista Colombiana de Ciencia Animal; V4-N1*. Ibagué : Universidad del Tolima, 2011. Obtenido de: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1298/1/RIUT-LB-spa-2011-Productividad%20y%20preferencia%20de%20forraje%20de%20vacas%20lecheras%20pastoreando%20un%20sistema%20silvopastoril%20intensivo%20de%20la%20zona%20alto%20Andina%20de%20Roncesvalles%2c%20Tolima.pdf>
- Castañeda, N., Álvarez, F., Arango, J., Chanchy, L., García, G., Sánchez, V., Solarte, A., Sotelo, M. & Zapata, C. (2016). *Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 84 p. Obtenido de: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Especies\\_vegetales\\_utiles\\_para\\_sistemas\\_silvopastoriles\\_del\\_caqueta.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Especies_vegetales_utiles_para_sistemas_silvopastoriles_del_caqueta.pdf)

- Climate Data. (s.f). *Clima La Calera*. Obtenido de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/la-calera-49868/>
- Comisión Nacional de Bioética. (1979). *Informe Belmont. Principios y guías éticos para la protección de los sujetos humanos de investigación*. Obtenido de: [http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/10.\\_INTL\\_Informe\\_Belmont.pdf](http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/10._INTL_Informe_Belmont.pdf)
- Contexto Ganadero. (2013). *Ganadería intensiva vs. Ganadería extensiva*. Obtenido de: <https://www.contextoganadero.com/blog/ganaderia-intensiva-vs-ganaderia-extensiva>
- Corporación Colombia Internacional. (2013). *Caracterización de la comercialización de cuatro cuencas lecheras*. Bogotá: CCI.
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4):329-335.
- DANE. (2019). Índice de Precios al Consumidor. Obtenido de: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/cp\\_ipc\\_ene19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/cp_ipc_ene19.pdf)
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. Obtenido de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es).
- Díez, J., Escudero, H., Carballeda., Barbena M., Hallah Z., Rocha, E., Masera E., Vásquez, A., Barceló, M., Coñuecar, V., Gómez, P., Gómez, D, Feu, C., Martinez, N., Romero, N. (2012). *Cartografía social*. Universitaria de la Patagonia. Obtenido de: [dehttps://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vgF8nhKwIpYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=cartograf%C3%ADa+social&ots=70rXJXMDKL&sig=y3THWysi56OwtOdCMjc\\_aYwGBYk#v=onepage&q=cartograf%C3%ADa%20social&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vgF8nhKwIpYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=cartograf%C3%ADa+social&ots=70rXJXMDKL&sig=y3THWysi56OwtOdCMjc_aYwGBYk#v=onepage&q=cartograf%C3%ADa%20social&f=false).
- Estrada, J. (2002). *Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano*. Universidad de Caldas. Manizales. pág. 165-371
- FAO. (s.f). *Políticas pecuarias. Ganadería y deforestación*. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-a0262s.pdf>
- FAO. (s.f). *Sistemas silvopastoriles*. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/ah647s/AH647S05.htm>
- FAO. (2016). *Cercas vivas como fuente de alimento para el ganado y leña*. Tomado de: <http://teca.fao.org/es/read/3648>
- FAO & MADS. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales*. Bogotá, Colombia. Obtenido el 26 de abril de 2019, de:

[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Guia\\_de\\_buenas\\_practicas\\_para\\_la\\_gestion\\_y\\_uso\\_sostenible\\_de\\_los\\_suelos\\_en\\_areas\\_rurales.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Guia_de_buenas_practicas_para_la_gestion_y_uso_sostenible_de_los_suelos_en_areas_rurales.pdf)

FEDEGÁN. (s.f). *Ganadería Colombiana Sostenible*. Obtenido de:

<https://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>

FEDEGÁN. (s.f). *Sistemas Silvopastoriles*. Obtenido de:

<http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/index.php/sistemas-silvopastoriles/>

Figueroba, A. (s.f). *La Teoría General de Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy*. Obtenido de:

<https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-general-de-sistemas-ludwig-von-bertalanffy>

Financiera Rural. (2009). *Bovino y sus derivados*. Obtenido de:

<http://www.gbcbiotech.com/bovinos/industria/Bovino%20y%20sus%20derivados%20Financiera%20Rural%202012.pdf>

Fundación Cerros de Bogotá. (s.f). *Aliso*. Obtenido de:

<https://www.cerrosdebogota.org/bibliotecavirtual/flora/assets/aliso.pdf>

García, D., Medina, M., Cova, L, Torres, A., Soca, M., Pisani, P. et al. (2008). Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado de Trujillo, Venezuela. *Revista de pastos y forrajes*, 31 (3).

Gobernación de Cundinamarca. (2001). *Mapa de provincias*. Obtenido de: <http://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/>

Gobierno de Navarra. (s.f). *Clasificación climática de Köppen*. Obtenido de:

<http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>

González, J., Hahn Von-Hessberg, C. & Narváez, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (2): 45-58.

González, K. (2018). *El botón de oro o Tithonia Diversifolia en cercas vivas y potreros*. Obtenido de:

[https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/boton-de-oro/#el\\_boton\\_de\\_oro\\_o\\_tithonia\\_diversifolia\\_en\\_cercas\\_vivas\\_y\\_potreros](https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/boton-de-oro/#el_boton_de_oro_o_tithonia_diversifolia_en_cercas_vivas_y_potreros)

Grajales, B., Botero, M. & Ramírez, J. (2015). Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra L.*) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 155-168

Granel, M. (2019). *¿Cómo calcular el Valor Presente Neto?*. Obtenido de: [rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3892041-como-calcular-valor-presente-neto-ejemplos](http://rankia.cl/blog/analisis-ipsa/3892041-como-calcular-valor-presente-neto-ejemplos)

Grulke, M. (1994). *Propuesta de manejo silvopastoril en el Chaco Salteño*. *Quebracho*, 2: 5-13.

Obtenido de: [http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/q2\\_01.pdf](http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/q2_01.pdf)

- Gualdrón, E. & Padilla, C. (2007). *producción y calidad de leche en vacas holstein en dos arreglos silvopastoriles de acacia decurrens y alnus acuminata asociadas con pasto kikuyo, (pennisetum clandestinum)* (tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Gurrutxaga, M. & Lozano, P. (2012). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. Polígonos. *Revista de Geografía, 0 (16)*, 35-54. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i16.410>
- Holmann, F., Rivas, L., Carulla, J., Rivera, B., Giraldo, L., Guzmán, S., Martínez, M., Medina, A. & Farrow, A. (2004). *Producción de leche y su relación con los mercados. Caso colombiano*. Obtenido de: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/tropileche/books/Produccion\\_leche\\_relacion\\_mercados\\_caso\\_Colombia.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/books/Produccion_leche_relacion_mercados_caso_Colombia.pdf)
- Hristov, A., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., et al. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera: Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>*. Editado por Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson y Harinder P.S. Makkar. Producción y sanidad animal FAO documento No. 177. FAO, Roma, Italia.
- Ibrahim, M. & Villanueva, C. (2014). *Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico Centroamericano*. Costa Rica. Obtenido de: [https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2010/01/pp\\_POA\\_10\\_29\\_2011.pdf](https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2010/01/pp_POA_10_29_2011.pdf)
- IGAC. (s.f). *Consulta Catastral*. Obtenido de: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>
- IGAC. (s.f). *Datos Abiertos Agrología*. Obtenido de: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- INATEC. (2016). *Manual de protagonista: Pastos y forrajes*. Obtenido de: [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual\\_de\\_Pastos\\_y\\_Forrajes.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf)
- Instituto Colombiano de Geología y Minería. (2014). *Geoquímica de metales pesados en suelos de la cuenca del Río Bogotá*. Obtenido de: [http://recordcenter.sgc.gov.co/B11/23008001024383/Documento/pdf/Geoquimica\\_Metales\\_Pesados\\_cuenca\\_rio\\_Bogota.pdf](http://recordcenter.sgc.gov.co/B11/23008001024383/Documento/pdf/Geoquimica_Metales_Pesados_cuenca_rio_Bogota.pdf)
- Jiménez, J. & Sepúlveda. (s.f). *Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca*. Alianza MéxicoREDD+. Obtenido de: <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositorioidigital/files/original/15edadd78c52f266fd20e2234a10cba8.pdf>

- Linderos, H. (2015). *Sistemas silvopastoriles: Opción para la mitigación y adecuación al cambio climático en bosque seco tropical*. Revista Semillas. Colombia. Obtenido de: <http://www.semillas.org.co/es/sistemas-silvopastoriles-opci>
- Mahecha, L., Escobar, J., Suárez, J., & Restrepo, L. (2007). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, 19 (2).
- Mejía, A (2011). *Caracterización de especies forrajeras nativas (gramíneas – leguminosas) de mayor consumo en ganadería de cría en la sabana inundable del Casanare* (tesis de pregrado). Universidad De Los Llanos. Villavicencio, Meta
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Panorama sobre el uso y ocupación actual de las tierras en Colombia*. Obtenido de [cedins.org/.../29-panorama-sobre-el-uso-y-ocupacion-actual-de-las-tierra](http://cedins.org/.../29-panorama-sobre-el-uso-y-ocupacion-actual-de-las-tierra).
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018). Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia. Obtenido de: [http://www.andi.com.co/uploads/guiarondashid\\_criteriosdeacotamiento.pdf](http://www.andi.com.co/uploads/guiarondashid_criteriosdeacotamiento.pdf)
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución 008430 de 1993*. Obtenido de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Mora, M., Ríos, L., Ríos, L. & Almario, J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Revistas Científicas Editorial USCO* (20).
- Moreno, F., Bustamante, C., Murgueitio, E., Arango, H., Calle, Z., Cuartas, C., Naranjo, J. & Caro, M. (2008). *Medidas integrales para el manejo ambiental de la ganadería bovina. Cartilla # 1. Recurso Natural Suelo*. FEDEGAN, SENA, CIPAV. Bogotá, Colombia. 66 pp.
- Murgueitio, E. & Calle, Z. (1998). *Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. Roma: FAO. 1998; 27-46.
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development. Volume 15, Article #78*. Retrieved May 8, 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Navas, A. (2016). *Sistemas silvopastoriles*. Bogotá: Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural.
- Ojeda, P., Restrepo, J., Villada, D. & Gallego, J. (2003). *Sistemas Silvopastoriles, Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería: Manual de Capacitación*. Santiago de Cali: Colombia. Obtenido de:

[http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3911/2/2006102417332\\_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3911/2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1999). *Sistemas Agroforestales*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S04.htm>

Ortega, J. (2013). *Características nutricionales de algunas leñosas forrajeras*. *Abanico Veterinario*, 3(3): 42-51

Ortiz, C. (2003). *Guía para la alimentación animal y elaboración de concentrados*. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2003. 32 p. (Serie Ciencia y Tecnología, No. 114).

Osorno, V. (2013). Las redes sociales como herramienta para la educación ambiental. *Revista de Tecnología*, 12 (1), 55-65.

Patiño, J., Rivera, B., Patiño, M. & Vargas, J. (2017). Interpretaciones y recomendaciones sobre las prácticas profesionales desde el proyecto “Asistencia técnica para el fortalecimiento de la producción lechera en Caldas”. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 11(2): 34-54.

Pérez, J. (s.f). *Establecimiento y manejo de bancos de proteína*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Obtenido de: <http://www.ganaderialaluna.com/pdf/Establecimientoymanejodebancosdeproteina.pdf>

Pezo, D. & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles*. (2da ed.). Turrialba, Costa Rica. Obtenido de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BrWHDQcM7PwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=sistemas+silvopastoriles&ots=wqUPvN1J6f&sig=6-KddMyyTeQRpHxXuGDr6izI1-s#v=onepage&q=sistemas%20silvopastoriles&f=false>

Pineda, J. (s.f). *Conservación Ambiental: Proteger, Mantener y Cuidar los Recursos Naturales*. Obtenido de: <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/conservacion-ambiental-proteger-mantener-cuidar-recursos-naturales/>

Pinto, A. (2017). *Sector lechero en Colombia: Potencial desperdiciado*. Obtenido de: <https://agrone.gocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>

PNUD & Cámara de Comercio de Bogotá. (2018). *Identificación y cierre de brechas de capital humano. Cluster lácteo de Bogotá*. Obtenido de: [https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/Pobreza/Identificaci-n-y-cierre-de-brechas-de-capital-humano/Lácteo%20\(28-06-18\)%20Para%20revisión%20de%20CCB.pdf](https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/Pobreza/Identificaci-n-y-cierre-de-brechas-de-capital-humano/Lácteo%20(28-06-18)%20Para%20revisión%20de%20CCB.pdf)

Romero, J. (2012). *El bosque Alto-Andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <http://bdigital.unal.edu.co/8030/1/1186494.2012.pdf>

- Ruiz, M. (2011). *Políticas Públicas en Salud y su Impacto en el Seguro Popular en Culiacán, Sinaloa, México*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Saavedra y Rodríguez. (2017). Evaluación del uso de morera (*Morus alba*) y tilo (*Sambucus nigra*) sobre algunos parámetros productivos en ganado lechero. *Veterinaria y Zootecnia*, 12(1).  
Obtenido de: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v12n1a02.pdf>
- Sadeghian, S. (2009). *Impacto de la ganadería sobre el suelo. Producción y sanidad animal FAO*. FAO, Roma, Italia. Obtenido de:  
<http://www.establo.info/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación. (6 ed.)*. México; McGraw Hill Editorial.  
Obtenido de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Sánchez, L., Amado, G., Criollo, P., Carvajal, T., Roa, J., Cuesta, A., Conde, A., Umaña, A., Bernal, L. & Barreto, L. (2009). *El aliso (Alnus acuminata H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Colombia. Corpoica. 56 p.
- Sánchez, L., Amado, G., Criollo, P., Carvajal, T., Roa, J., Cuesta, A., Conde, A., Umaña, A., Bernal, L. & Barreto, L. (2009). *El sauco (Sambucus nigra) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Colombia. Corpoica. 56 p.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s.f). *Cortinas rompevientos*. Obtenido de:  
<http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Cortinas%20rompevientos.pdf>
- Sevilla, A. (2017). *Tasa interna de retorno (TIR)*. Obtenido de:  
<https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- SRTM data. (s.f). Download Manager DEM. Obtenido de: <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & Hann, C. (2009). *La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones*. Obtenido de:  
<http://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf>
- TDX. (s.f). *Ingeniería del diseño*. Obtenido de:  
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Torres, M. (2016). *Tasa Interna de Retorno (TIR): definición, cálculo y ejemplos*. Obtenido de:  
<https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>
- TvAgro. (2016, mayo 23). *Implementación de Sistema Silvopastoril - TvAgro por Juan Gonzalo Angel* [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=csDUGGWwczs>

- Universidad El Bosque. (s.f). *Perfil del egresado*. Obtenido de:  
<http://www.uelbosque.edu.co/ingenieria/carrera/ingenieria-ambiental>
- Uribe, F., Zuluaga, A, Valencia, L., Murgueitio, E., Zapata, A., Solarte, L. et al. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá.
- Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., Ochoa, L. (2011). *Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p.
- UPRA. (2014). *Presentación institucional*. Obtenido de:  
[http://www.minagricultura.gov.co/Documents/UPRA\\_Oferta\\_Institucional.pdf](http://www.minagricultura.gov.co/Documents/UPRA_Oferta_Institucional.pdf)
- Vázquez, L. (2011). *Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. Innovación agroecológica, mitigación y adaptación al cambio climático*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). San José de Las Lajas (Cuba).
- Villanueva, C. Ibrahim, M. Casasola, F. (2008). *Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Obtenido de: <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2015/05/Cercas-Vivas-Imprenta.pdf>
- Zapata, A. & Vargas, J. (2014). *Botón de oro: Manual para su Establecimiento y Manejo en sistemas ganaderos*. Obtenido de:  
[https://www.researchgate.net/publication/300114148\\_Boton\\_de\\_oro\\_Manual\\_para\\_su\\_establecimiento\\_y\\_manejo\\_en\\_sistemas\\_ganaderos\\_1\\_ed\\_Manizales\\_Caldas\\_Colombia\\_Universidad\\_de\\_Caldas](https://www.researchgate.net/publication/300114148_Boton_de_oro_Manual_para_su_establecimiento_y_manejo_en_sistemas_ganaderos_1_ed_Manizales_Caldas_Colombia_Universidad_de_Caldas)

## 19. Anexos

### Anexo 1. Entrevista semi-estructurada

FORMATO DE CAMPO					Fecha	05/04/14	
Municipio	La Calera	Propietario	Carlos Mario Jaramillo	Predio	La Aurora (Pomerol)	Área	88 fan.
Actividad económica	Producción Leche.	Producción total	400 l/día.	Cantidad de cabezas de ganado	28-35.		
Mapa - Distribución de cabezas de ganado							
Cuerpos de agua cercanos	Quebrada Aguas Claras	Captación y uso del recurso hídrico	Concesión de la CAR				
Especies de plantas	<p>NATIVAS: Pino colombiano, alcaparro, cedro blanco, mano de oso, arroyán, laurel, goque, roble, aliso, mortino, uña de gato, árbol loco, salvio</p> <p>FORANEAS: Sauco, tilo, acacia negra, acacia japonesa, acacia común, pino patula, pino candelabro, pino ciprés</p> <p>→ Pasto KIMYO.</p>	Especies de fauna silvestre	<p>MAMÍFEROS: Agouti Paca, chuchas o faras, ardillas, comadreja, zorros, guache, conejos silvestres.</p> <p>AVES: Carpinteros, foche cabanero, sinsonte blanco, mirlos, pavas, gallinetas.</p>				
¿Tiene conocimiento en sistemas silvopastoriles?							
Si, ha sembrado Acacias (leguminosa alta en proteína) pero es muy lenta y la mano de obra es costosa.							
Tiene 1000 plantulas de Botón de Oro.							
Observaciones							
• 88 fanegadas en total: 69 fanegadas área forestal, 19 fanegadas área productiva.							
• Las excretas se esparcen con el paso de llantas para distribuir las a lo largo del terreno y sean degradadas por las bacterias.							

**Anexo 2. Distancia y números de árboles por surco en cada zona**

1. Distancia por surco sistema de callejones en praderas zona 1

<b>Longitud de surco</b>	75 m	75 m	75 m	68 m	53m	76 m	80 m	81m	49 m	56 m	135 m
<b>Cantidad de Aliso</b>	15	15	15	14	11	15	16	16	10	11	27
<b>Cantidad de Sauco</b>	25	25	25	23	18	25	27	27	16	19	43
<b>Cantidad de Tilo</b>	25	25	25	23	18	25	27	27	16	19	43

2. Distancia por surco sistema de callejones en praderas zona 2

<b>Longitud de surco</b>	25 m	39 m	64 m	66 m	70m	61 m	57 m	50m	43 m
<b>Cantidad de Aliso</b>	5	8	13	13	14	12	11	10	9
<b>Cantidad de Sauco</b>	8	13	21	22	23	21	19	17	14
<b>Cantidad de Tilo</b>	8	13	21	22	23	21	19	17	14

3. Distancia por surco sistema de callejones en praderas zona 3

<b>Longitud de surco</b>	137 m	137 m	126 m	127 m	26 m	27 m
<b>Cantidad de Aliso</b>	27	27	25	25	6	6
<b>Cantidad de Sauco</b>	46	46	42	42	9	9
<b>Cantidad de Tilo</b>	46	46	42	42	9	9

4. Distancia por surco sistema de callejones en praderas zona 4

<b>Longitud de surco</b>	46 m	78 m	79 m	75 m	82m	49 m	98 m
<b>Cantidad de Aliso</b>	9	16	16	15	16	19	20
<b>Cantidad de Sauco</b>	15	26	26	26	27	33	33
<b>Cantidad de Tilo</b>	15	26	26	26	27	33	33