



**PROPUESTA AGROECOLOGICA PARA UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
GANADERO LECHERO. ESTUDIO DE CASO: FINCA VILLA MARIELA, VEREDA
LA PLAZUELA, MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA.**

Diana Camila Rodríguez Guerrero

Luna Alejandra Sánchez Herrera

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá, 20 de septiembre de 2018

**PROPUESTA AGROECOLOGICA PARA UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
GANADERO LECHERO. ESTUDIO DE CASO: FINCA VILLA MARIELA, VEREDA
LA PLAZUELA, MUNICIPIO DE COGUA – CUNDINAMARCA.**

Diana Camila Rodríguez Guerrero

Luna Alejandra Sánchez Herrera

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

Ingeniero Ambiental

Director:

Carlos Eduardo Quintero Murillo

Línea de Investigación:

Gestión para el desarrollo rural y urbano

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2019

SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA No: 1038

El día **10 MAYO 2019**, en las instalaciones de la Universidad El Bosque, se desarrolló la sustentación del trabajo de grado titulado **PROPUESTA AGROECOLÓGICA PARA UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN GANADERO LECHERO. ESTUDIO DE CASO: FINCA VILLA MARIELA, VEREDA LA PLAZUELA, MUNICIPIO DE COGUA - CUNDINAMARCA.**, escrito por **LUNA ALEJANDRA SÁNCHEZ HERRERA, CÉDULA 1075681647** y **DIANA CAMILA RODRÍGUEZ GUERRERO, CÉDULA 1075683463**, bajo la dirección de **CARLOS EDUARDO QUINTERO MURILLO, CÉDULA 3182262**, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental. El trabajo fue evaluado por los jurados **HOMMY GUILLERMO COPETE COSSIO CÉDULA 79.838.992** y **SERGIO ANDRES CORDOBA ROJAS CÉDULA 1020714500**, quienes deliberaron y conduyeron que cumple con los criterios de calidad.

Por lo tanto, el trabajo es: **Aprobado**.

En constancia, se firma en Bogotá, D.C.


KENNETH OCHOA VARGAS
Director
Programa de Ingeniería Ambiental

10 MAYO 2019


GERMÁN AGUDELO ASCENCIO
Secretario Académico
Facultad de Ingeniería



Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Dedicatoria

A Dios por ser quien guió nuestra carrera y nos bendijo con sabiduría, tolerancia y disciplina y especialmente a nuestros abuelos quienes fueron luz en los momentos de dificultad y a quienes llevaremos siempre nuestros corazones por habernos enseñado desde pequeñas que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A nuestras familias por ser nuestro apoyo incondicional, a la tías Fanny y Bibiana, a nuestra prima Catalina, a las abuelas Teresa y Ana, a nuestras hermanas por motivarnos a ser ejemplo y especialmente a nuestras mamás a quienes esperamos seguir sintiendo orgullosas de nuestros logros.

Agradecimientos

A nuestros padres y abuela por tanto amor, paciencia, motivación y dedicación hacia nosotras.

A Camilo José González por su paciencia y guía para comenzar con lo que sería nuestro proyecto, igualmente a la Familia Alvarado por permitirnos llevar a cabo cada una de las actividades pertinentes en la Finca Villa Mariela y por consiguiente a Don José por su colaboración y disposición para el trabajo en campo. A nuestro director Carlos Quintero por ser apoyo y guía en el desarrollo del proyecto. A la profesora Isabel Narváez por su paciencia, disposición y profesionalismo en la orientación de la investigación. Finalmente al profesor Hommy Copete por estar atento y motivarnos.

Tabla de contenido

1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Planteamiento del Problema	5
4. Antecedentes	8
5. Justificación	10
6. Objetivos.....	14
6.1. Objetivo General	14
6.2. Objetivos Específico.....	14
7. Marcos de Referencia	15
7.1. Descripción del Territorio	15
7.2. Estado del Arte	17
7.3. Marco Teórico.....	24
7.4. Marco Conceptual	29
7.5. Marco Normativo	37
7.6. Marco Institucional	40
8. Metodología	41
8.1. Diseño Metodológico	42
8.1.1. <i>Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual de la zona de estudio</i>	45
8.1.2. <i>Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.....</i>	7

8.1.3. <i>Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.</i>	1
8.2. <i>Plan de Trabajo</i>	2
9. Resultados	3
9.1. <i>Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual de la zona de estudio.</i>	4
9.1.1. <i>Dimensión Social</i>	4
9.1.2. <i>Dimensión ecológica</i>	6
9.1.3. <i>Dimensión Económica</i>	1
9.2. <i>Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.</i>	2
9.2.1. <i>Sistemas silvopastoriles</i>	1
9.2.2. <i>Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)</i>	3
9.3. <i>Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.</i>	7
9.3.1. <i>Cercas Vivas Multiestrato</i>	8
9.3.2. <i>Banco Mixto de Forraje</i>	8
9.3.3. <i>Formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad en productos pecuarios</i>	8
9.3.4. <i>Programa de capacitación y divulgación sobre el ahorro y uso eficiente del agua.</i>	9
9.3.5. <i>Capacitación en Buenas prácticas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas</i>	11
9.4. <i>Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del estado actual de la zona de estudio.</i>	2

9.5. <i>Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.</i>	11
9.6. <i>Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.</i>	16
10. Conclusiones	19
11.2 <i>Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.</i>	20
11. Recomendaciones	23
12. Bibliografía	25
13. Anexos	32

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Marco normativo del sector lácteo colombiano</i>	38
<i>Tabla 2. Diseño metodológico.</i>	42
<i>Tabla 3. Variables planteadas para el diagnóstico, de acuerdo a cada dimensión.</i>	1
<i>Tabla 4. Modelo para la evaluación de alternativas</i>	1
<i>Tabla 5. Resultados biológicos y fisicoquímicos de acuerdo a Agrosavia</i>	7
<i>Tabla 6. Identificación de especies forrajeras en la finca</i>	9
<i>Tabla 7. identificación de especies forestales</i>	10
<i>Tabla 8. identificación de especies arvenses</i>	12
<i>Tabla 9. Producción sistema convencional</i>	2
<i>Tabla 10. Evaluación de alternativas para el sistema de producción ganadero lechero del estudio de caso</i>	1
<i>Tabla 11. Especies para establecimiento de cerca viva</i>	9
<i>Tabla 12. Especies forrajeras</i>	2

<i>Tabla 13. Presupuesto fase 1</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 14. Presupuesto fase 2</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 15. Presupuesto fase 3</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 16. Presupuesto final sistema agroecológico.....</i>	<i>1</i>
<i>Tabla 17. Producción sistema agroecológico</i>	<i>1</i>
<i>Tabla 18. Captura de CO2 por especie</i>	<i>18</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Estructura del problema _____</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Cogua _____</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Estructura de teorías. _____</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Conceptos de acuerdo a cada dimensión. _____</i>	<i>30</i>
<i>Figura 5. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 1. _____</i>	<i>46</i>
<i>Figura 6. Proceso para la toma de muestra disturbada. _____</i>	<i>7</i>
<i>Figura 7. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 2. _____</i>	<i>8</i>
<i>Figura 8. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 3. _____</i>	<i>1</i>
<i>Figura 9. Plan de trabajo _____</i>	<i>2</i>
<i>Figura 10. Ventajas de cercas vivas multiestrato de acuerdo a las dimensiones _____</i>	<i>2</i>
<i>Figura 11. Descripción de bancos mixtos de forraje de acuerdo a las dimensiones. _____</i>	<i>3</i>
<i>Figura 12. Descripción de buenas prácticas ganaderas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas de acuerdo a las dimensiones. _____</i>	<i>5</i>
<i>Figura 13. Descripción de formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad en productos pecuarios de acuerdo a las dimensiones _____</i>	<i>6</i>
<i>Figura 14. Descripción de capacitación y divulgación sobre ahorro y uso eficiente del recurso hídrico de acuerdo a las dimensiones. _____</i>	<i>7</i>
<i>Figura 15. Consolidación de plazos de alternativas con los propietarios. _____</i>	<i>8</i>

<i>Figura 16. Dirección del viento</i>	<u>1</u>
<i>Figura 17. Consideraciones ara la siembra de banco de forraje</i>	<u>4</u>
<i>Figura 18. Propuesta para salud ocupacional e inocuidad en la leche</i>	<u>8</u>
<i>Ficha 19. Propuesta para ahorro y uso eficiente del agua.</i>	<u>9</u>
<i>Figura 20. Propuesta para almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.</i>	<u>11</u>
<i>Figura 21. Modelo agroecológico</i>	<u>1</u>
<i>Figura 22. Diagrama de Troug pH y disponibilidad de nutrientes</i>	<u>5</u>
<i>Figura 23. Celda de Hadley</i>	<u>10</u>

1. Resumen

En la actualidad las prácticas insostenibles asociadas a la actividad ganadera han generado que el sector hace varios años presente un crecimiento económico desigual, transformaciones socioculturales y desequilibrios ecosistémicos. Estas prácticas insostenibles se encuentran asociadas al sistema de explotación convencional desarrollando en Colombia y particularmente en Cundinamarca, el cual entre otra cosas, dada a su gran dependencia a las variaciones climáticas, ha venido afectando la seguridad alimentaria de las familias productoras y de quienes se abastecen del producto, haciendo necesaria desde las diferentes áreas del conocimiento a generar alternativas que encaminen este sistema altamente desfavorable, social, ecológica y económicamente a un sistema eficiente, rentable y en pro de la conservación de los recursos naturales. Es así como desde la Ingeniería Ambiental, siendo una disciplina holística, se logren solucionar los problemas ocasionados por el hombre.

La ganadería es considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia en el desarrollo del país, por tanto, desde la agroecología se busca que estos sistemas sean altamente productivos a partir de cambios en las prácticas de explotación. Por consiguiente, el presente trabajo tiene como objetivo, formular una propuesta agroecológica para un sistema de producción ganadero lechero, de acuerdo a algunas variables ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso: Finca Villa Mariela, Vereda La Plazuela, Municipio de Cogua – Cundinamarca, en donde a partir de un diagnóstico ambiental del estado actual del sistema por medio de entrevistas, visitas a campo, toma de muestras y recolección de información secundaria, se evalúan alternativas para poder estructurar un sistema agroecológico que proporcione sostenibilidad al actual en la Finca Villa Mariela.

Palabras clave: Agroecología, ganadería convencional, agroecosistema, productividad y conservación.

Resumo

Na atualidade as práticas insustentáveis associadas à atividade pecuária, tem gerado que o setor, faz anos apresente um crescimento econômico desigual, transformações socioculturais e desequilíbrios ecossistêmicos. Estas práticas insustentáveis estão associadas ao sistema de exploração convencional desenvolvido na Colômbia e particularmente em Cundinamarca, que entre outras coisas, dada a sua grande dependência das variações climáticas, tem afetado a segurança alimentícia das famílias produtoras e de quem é fornecido pelo produto, fazendo necessário desde às diferentes áreas do conhecimento, gerar alternativas que encaminhem este sistema altamente desfavorável, social, ecológico e econômico, até um sistema eficiente, rentável e em favor da conservação dos recursos naturais. É assim como, da Engenharia Ambiental, sendo uma disciplina holística, se resolvam os problemas causados pelo homem.

A atividade pecuária é considerada como uma fila socioeconômica de grande importância no desenvolvimento do país, então, desde a agroecologia, busca-se que estes sistemas sejam altamente produtivos a partir de mudanças nas práticas de exploração. Em consequência, o presente trabalho tem como objetivo, formular uma proposta agroecológica para um sistema de produção pecuária de leite, em concordância com algumas variáveis ecológicas, sociais e econômicas

Palavras chave: Agroecología, pecuária convencional, agroecosistema, produção y conservación.

2. Introducción

La ganadería, una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo Colombia y principalmente en el departamento de Cundinamarca, es considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia para el desarrollo del país, que ha sido cuestionada en números estudios por el modelo de explotación encaminado a maximizar ingresos, dejando finalmente terrenos sin capacidad de generar riqueza (Zapata & Silva, 2016).

En consecuencia, transformar la ganadería en términos ecológicos, sociales y productivos es uno de los grandes retos que enfrenta Colombia y América Latina. Según la UPRA (Manchego, 2016), en el Departamento de Cundinamarca el tema de ganadería se ha vuelto crítico puesto que solo el 0,02% del uso del suelo es apto para esta actividad; sin embargo, el 32% está siendo usado para el pastoreo. Por tanto, dada la extensión de esta actividad en el territorio es inevitable no tenerla en cuenta frente a la nueva ruralidad del municipio, en donde el desempeño productivo debe equilibrarse a un nivel que integra holísticamente la rentabilidad económica, la responsabilidad social y la conservación de los recursos naturales que solo puede establecer un modelo productivo agroecológico.

El desarrollo de la presente investigación se lleva a cabo bajo seis secciones definidas de la siguiente manera; en la sección uno comprende de resumen, introducción, planteamiento del problema, justificación, objetivos y antecedentes, en donde se resalta la importancia de la actividad ganadera como activo económico para las familias productoras y para el país, y se define la problemática a razón de las prácticas insostenibles del sistema convencional en la finca

Villa Mariela, por lo que se pretende dar solución a partir de la formulación de una propuesta agroecológica de acuerdo a algunas variables sociales, ecológicas y económicas.

La sección dos comprende de los marcos de referencia, con una primera aproximación a la descripción del territorio, seguido de una recopilación de los proyectos que aportan de manera significativa a la investigación, como lo es el “Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible”, para luego resaltar las teorías bajo las que se sustenta la nueva ruralidad, seguido de la definición de los conceptos que abarcan las dimensiones social, ecológica y económica. En seguida se resalta la normativa vigente por la cual se rige el ingeniero ambiental en el sector agropecuario y finalmente destacar las entidades ambientales, agropecuarias y municipales que intervienen en la actividad ganadera.

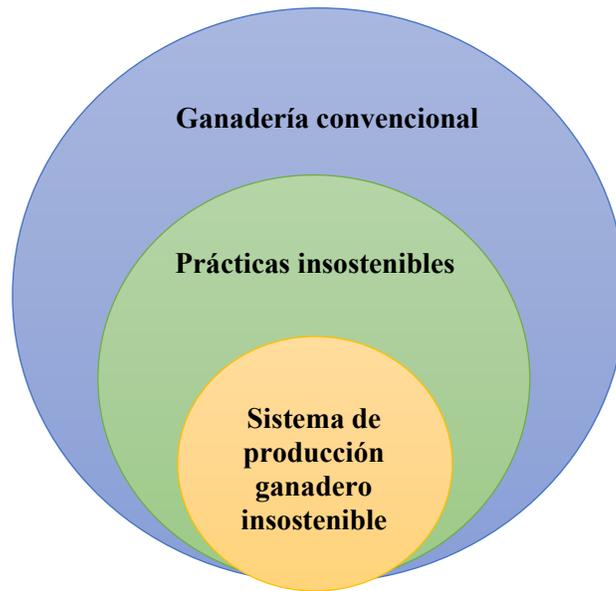
En la sección tres se encuentra la metodología, en donde a partir de cada objetivo específico se señalan las actividades. Como base para el desarrollo de la investigación se realiza la matriz de variables con la que se identifican las alternativas y se elabora el modelo agroecológico.

En la sección cuatro se presentan los resultados de acuerdo a cada objetivo específico y son soportados por los diferentes autores de la academia. Los resultados del objetivo específico 1 permiten priorizar las problemáticas más apremiantes en el sistema de producción ganadero actual de la finca y por las cuales se logra evaluar las alternativas silvopastoriles y de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), que mejor se adapten al predio, para finalmente construir la propuesta agroecológica.

Por ultimo en la sección cinco se concluye la investigación de acuerdo a cada uno de los objetivos específicos, para luego hacer recomendaciones al propietario, administrador y entidades gubernamentales.

3. Planteamiento del Problema

Figura 1. Estructura del planteamiento del problema



Fuente: (Autoras, 2019)

“El sector pecuario afecta a una amplia gama de recursos naturales y su gestión debe ser muy cuidadosa en vista de la marcada escasez de estos recursos y de su creciente demanda por otros sectores y actividades” (Steinfeld, Gerber, Wassenaar & Castel V., 2009).

La producción ganadera contribuye significativamente al cambio climático además de traer consigo un gran impacto en recursos como agua, suelo, aire, pero también en la biodiversidad debido a la destrucción de bosques lo que se traduce en un moldeamiento de paisajes enteros para futura utilización en zonas de pastoreo.

La expansión de la producción ganadera, en América Latina según la FAO (2009) está produciendo la mayor deforestación de tierras con un 70 por ciento principalmente en la

Amazonia donde lo que eran bosques, se ha convertido en zona de pastizales y cultivos forrajeros que cubren gran parte del territorio. En Colombia, esta actividad ocupa la mayor parte de las tierras explotadas (Mora, Ríos, Ramos & Almario, 2017), con aproximadamente 39,2 millones de hectáreas de pasto y forraje (Tapasco, Martínez, Calderón, Romero, Ordóñez, Álvarez, Sánchez & Ludeña, 2015).

Para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT (2009) hoy en día Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

“Dentro de los impactos más comunes que deja la ganadería en los recursos naturales se pueden citar los siguientes: compactación, erosión, contaminación y pérdida de la actividad biológica de los suelos; reducción del balance hídrico, contaminación orgánica y química y eutroficación de las aguas; incremento de la emisión de gases de efecto invernadero como el metano (DANE, 2015)”.

La carga animal promedio en el país se encuentra en 0,6 animales por hectárea, lo cual demuestra la baja capacidad de los sistemas de ganadería convencional basados en el monocultivo de pasto libre de exposición (Chará, Osorio, Murgueitio, Wlaschburger, Thomas, Gómez & Ruíz, 2011), siendo el caso de mucho municipios donde se viene realizando la actividad entre los que se destacan Antioquia (11,52%), Córdoba (8,12%), Casanare (7,56%), Meta (7,39%), Caquetá (6,86%), Santander (6,05%), Cesar (5,37%), Magdalena (5,16%) Boyacá (4,45%) y Cundinamarca (5,39%) que agrupan el 67,87% de la población total nacional (ICA, 2018).

Para el caso particular de Cundinamarca, el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) (2017) afirma que solo se cuenta con escasas 535 hectáreas aptas para la ganadería neta, sin embargo, la actividad se encuentra presente en 524 mil hectáreas, las cuales son dedicadas a la explotación de tipo convencional que se caracteriza por la utilización de agroquímicos (plaguicidas,

fertilizantes), maquinaria agrícola y abundante riego, generando desbalances ambientales en el ecosistema y poniendo en riesgo los recursos naturales.

En una de las zonas rurales del departamento donde se viene desarrollando esta actividad es el Municipio de Cogua donde se encuentran 480 fincas ganaderas (Cubillos, 2011) de las cuales Ussa (2009) argumenta que en 27,09% prevalece la ganadería convencional sobre los sistemas de granja 25,09% y la ganadería semi intensiva que solo protagoniza el 15,04% del territorio.

Esto debido a la ausencia de prácticas de producción adecuadas en el Municipio, lo que conlleva a que los terrenos sean manejados por los propietarios basados en los conocimientos que adquieren a lo largo del tiempo, como es el caso de estudio donde hace 25 años se lleva desarrollando un sistema de producción ganadero lechero que a pesar de manejar un sistema de pastoreo rotacional sigue teniendo prácticas de tipo convencional donde se realizan trabajos por medio de métodos tecnificados para la explotación de bovinos, utilización de agroquímicos, uso de agua para riego en gran cantidad y pastos mejorados como el kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y Raygrass (*Lolium perenne*). Todo esto a raíz de la necesidad de incrementar sus recursos económicos a corto plazo y ser beneficiados con el pasar de los años en la producción de leche.

Como resultado de lo anterior y según Vergara (2010) la ganadería convencional tiene una gran dependencia al ciclo ganadero y variación climática, por tanto, en el estudio de caso el desequilibrio generado por el cambio climático sobre la oferta y regulación de los servicios ecosistémicos afectan negativamente los índices de productividad en la medida en que estos están directamente relacionados con el régimen de lluvias y sequías los cuales tienen un impacto significativo en la disponibilidad de pastos, además de crear gran dependencia a la compra de insumos externos con lo cual se incrementan los costos de producción. Por último cabe

mencionar que según el IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales) (2019) la temperatura media del país aumentará 1,4°C entre 2019 y 2040, y la precipitación decrece entre el 10 y 30%.

En este sentido con el desarrollo de esta investigación se busca dar respuesta la siguiente interrogante:

¿Cuáles alternativas agroecológicas son las más adecuadas para el sistema de producción ganadero lechero en el estudio de caso?

4. Antecedentes

Para el desarrollo de este apartado es necesario hablar de la evolución e importancia de la ganadería bovina lechera en el país, para luego hacer una recopilación de los estudios más relevantes que aportan a la presente investigación con respecto a la ganadería agroecológica que se ha venido desarrollando a nivel global y nacional, para finalmente resaltar el origen de la idea en el tema agropecuario del presente documento.

Los bovinos llegaron hace cinco siglos acompañando a los conquistadores españoles. Con el proceso de destrucción y mestizaje de las culturas nativas se inició el deterioro de las selvas tropicales que entonces cubrían más de las tres cuartas partes del territorio nacional (Murgueitio, 2006).

Entre 1992 y el 2000 los países del área Andina como lo son Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela tuvieron un crecimiento moderado en la producción de leche del 20%, siendo, Colombia el principal productor con un 56% del total. La mayor parte de la producción de leche se ubica en las zonas templadas y fincas pequeñas de menos de 20 vacas, excepto para Colombia,

puesto que este sector era poco desarrollado y por tanto la productividad por vaca era muy reducida (Murgueitio et al., 2006). Sin embargo, actualmente el sector lechero en Colombia es de gran relevancia para la economía del país, representando no solo cifras significativas en el PIB nacional y agropecuario; además, genera 700.000 empleos directos. Esta producción de leche hace presencia en 22 departamentos, siendo Antioquia, Boyacá y Cundinamarca los más destacados (Pinto, 2017).

El proceso de expansión de la ganadería que están viviendo los países de América Latina representa tanto una amenaza para el desarrollo sustentable de la región como una oportunidad. Por consiguiente, en 1999 se llevó a cabo el primer Congreso de Agroforestería pecuaria en Cali (Colombia), convocado por la Fundación CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) y la FAO. Posteriormente, se unió a la iniciativa de CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza), así como a universidades y centros de investigación de varios países de la región, Uruguay, México, Cuba, Costa Rica, Panamá, Brasil, Argentina, Bolivia y Venezuela.

Por tanto, hay que mencionar los estudios que se han venido desarrollando con respecto a los sistemas de producción ganadero agroecológico, los cuales corresponden a Brasil y Argentina, en donde según la FAO (2018) son las regiones más susceptibles a la ampliación de la frontera agrícola ganadera. Estos estudios corresponden a Oliveira y Lermanó a lo largo de los últimos 10 años.

A nivel nacional es de gran importancia mencionar el “Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible” que desde el año 2010 FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos) y demás entidades han venido apoyando a pequeños y medianos productores del sistema de producción ganadera bovina, por medio de prácticas de mitigación al impacto generado por la explotación.

Adicionalmente se toma en cuenta a Marzola, Ruiz y Galán, quienes por medio de su metodología de estudio al sistema de explotación ganadero contribuyen a la presente investigación. Cabe mencionar que sobre estas investigaciones se profundizó en el apartado del estado del arte.

La idea de realizar esta investigación surgió a partir del interés en el tema agropecuario por antecedes familiares, además de contar con la disposición del propietario de la finca Villa Mariela y el fácil acceso por la cercanía a la ciudad de Bogotá. Esta idea se consolidó con mayor motivación a partir de la salida de campo a San José del Guaviare, en donde la ampliación de la frontera agrícola amenaza con la desaparición de la selva amazónica, dando cabida a que desde la Ingeniería Ambiental se permita crear la eficiente relación en el sistema de explotación, suelo-planta-animal-agente humano.

5. Justificación

Con la adopción de la agenda 2030 y los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), se apoya al programa mundial de ganadería sostenible, el cual se fundamenta bajo la premisa “la ganadería se encuentra en la frontera entre el mundo humanizado y los sistemas naturales”, por tanto se resaltan algunos ODS que reflejan la relación entre la protección de los recursos naturales, la reducción de la pobreza y la protección de la salud pública, estos son: fin de la pobreza, hambre cero, acción por el clima, vida de ecosistemas terrestres, trabajo decente y crecimiento económico y por último y no menos importante, alianzas para alcanzar los objetivos.

Frente a la contribución para alcanzar los ODS nombrados anteriormente la FAO crea la guía “20 acciones para transformar la agricultura y la alimentación”, en donde la acción número 17 “Fomentar el dialogo sobre las políticas y la coordinación” hace énfasis en que se necesitan

mejoras en las políticas sectoriales si se quiere que la demanda constante de productos de ganado no aumente la presión sobre los recursos naturales y contribuya a lograr resultados socialmente positivos (FAO, 2018).

De manera que, desde la Ingeniería Ambiental, es necesario y posible que se propongan alternativas sostenibles que integren los componentes ecológico, social y económico en una actividad agropecuaria que si bien contribuye a la economía del país afecta de manera recurrente la conservación de los recursos naturales. Es por esto que, se debe apoyar y asesorar a los ganaderos por medio de técnicas en la reconversión ganadera hacia un sistema agroecológico capaz de soportar entre otras cosas los cambios en las temperaturas con el objetivo de “recrear” el ecosistema, ofrecer productos de calidad y cantidad suficiente (Zapata & Silva, 2016) y asegurar además el bienestar de los trabajadores, sus familias y los animales, contribuyendo así también, a un desarrollo rural sostenible, preocupación de la ingeniería ambiental.

Dentro del margen del cumplimiento de lo anteriormente mencionado, teniendo en cuenta las dimensiones del desarrollo sostenible y los ODS, se justifican los aportes que tiene la presente investigación.

Desde lo ecológico, en relación con la ganadería convencional existe una alta intervención al capital natural (agua, suelos, bosques, biodiversidad, belleza escénica), por esto es indispensable apoyar los medios de subsistencia de las personas y la gestión de los recursos naturales en la finca Villa Mariela en donde por medio de alternativas de conservación que implican la implementación de sistemas agroforestales se fomente la adaptabilidad y la resiliencia al cambio climático (FAO, 2018).

Desde lo social, Sepúlveda (2003) afirma que:

“A partir de una organización social en el sector rural se busque nueva cultura de producción, consumo y distribución que sienta base de nuevos tratados sociales y culturales de interacción con el medio y que otorgue capacitaciones a la población rural para que estén en condiciones de construir o incorporarse a las oportunidades”.

Los pequeños productores en Colombia representan más del 80% de la producción nacional (Pinto, 2017), por consiguiente a partir de la ganadería ecológica se puede brindar apoyo hacia la construcción de nuevas formas de acción colectiva que fortalezcan el desarrollo e implementación de sistemas productivos sostenibles garantizando que las mujeres, los hombres y las comunidades vivan en condiciones de seguridad alimentaria, controlando su medio de subsistencia y el acceso equitativo a los recursos que son usados de forma eficiente (FAO, 2018).

En Colombia el sector lácteo es sumamente importante en la economía nacional, con una contribución al PIB del país del 2,3% y 2,4% al PIB (Producto Interno Bruto) agropecuario (Pinto, 2017). Actualmente muchas familias dependen de la ganadería para subsistir, considerando que esta actividad es un activo económico y fuente de ingresos que contribuye directamente al poder adquisitivo de las familias, por tanto con el fin de cubrir las necesidades productivas del mercado lácteo y mejorar la calidad de vida de la familia productora, desde lo económico, es necesario proponer buenas prácticas ganaderas a través de la ganadería ecológica que permitan aumentar la productividad de la finca, acceder a mercados especializados y mas sostenibles y disminuir la dependencia a insumos externos.

Desde la dimensión política el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de FEDEGAN lideran la estrategia de “Ganadería baja de carbono”, la cual desde el año 2010 se ha convertido en una oportunidad para mejorar el negocio ganadero

con base en los sistemas silvopastoriles los cuales se asocian a la conservación de los recursos naturales siendo altamente eficientes y rentables. Esta alternativa hace parte además de la reforma de la política pública agropecuaria y de desarrollo rural que viene desarrollando el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), la cual apoya principalmente al sector lácteo, con el objetivo de aumentar la producción de leche en 22 departamentos dentro de los cuales Cundinamarca es uno de los más destacados. Por tanto por medio de la presente investigación se busca aportar a dicha estrategia que beneficia no solamente al estudio de caso sino que además puede ser una iniciativa para la nueva ruralidad del municipio de Cogua.

El programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad el Bosque busca gestionar el ambiente por medio de la integración de los elementos de los recursos naturales que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, acercándose de esta manera al desarrollo rural del sector agropecuario el cual garantice una productividad sustentable.

Aproximadamente, el 65% del territorio del municipio de Cogua está destinado a las actividades agropecuarias, por esto el PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial) establece estrategias de manejo para el fortalecimiento y conservación de la malla ambiental frente a las actividades agropecuarias (Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca, 2018). El relieve plano y las condiciones del suelo de la vereda La Plazuela donde se encuentra ubicada la finca Villa Mariela permiten la escogencia de alternativas de control, mitigación y compensación de impactos ambientales, más aún en un predio donde hace dos años se han venido sustituyendo prácticas de sistemas tradicionales a sostenibles, dando cabida a que exista la disposición ante una propuesta que permita una convergencia entre la rentabilidad económica, responsabilidad social y sostenibilidad de los recursos naturales a partir de una metodología de diagnóstico del estado actual del predio.

6. Objetivos

6.1. *Objetivo General*

Formular una propuesta agroecológica para un sistema de producción ganadero lechero, de acuerdo a algunas variables ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso: Finca Villa Mariela, Vereda La Plazuela, Municipio de Cogua – Cundinamarca.

6.2. *Objetivos Específicos*

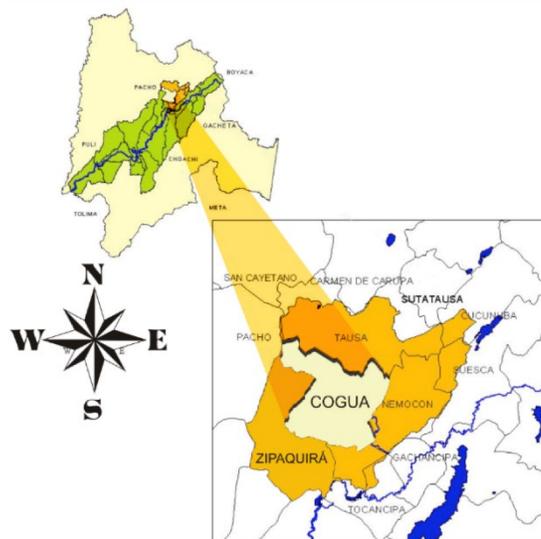
1. Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo lechero de la finca y de la zona de estudio.
2. Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.
3. Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca a corto, mediano y largo plazo.

7. Marcos de Referencia

7.1. Descripción del Territorio

A continuación, se describirán los aspectos generales más relevantes sociales, ecológicos y económicos correspondientes al municipio de Cogua para tener en cuenta en el desarrollo de la presente investigación.

Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Cogua



Fuente: (González, 2009).

Aspectos generales

- **Ubicación:** limita con los municipios de Zipaquirá, Nemocón, Tausa y Pacho. El municipio se encuentra ubicado en la provincia de la Sabana Centro.

- **Extensión:** 113 km² de las cuales 99 km² corresponden al área rural de la cual hace parte la Vereda La Plazuela (Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca, 2018).
- La vereda hace parte de la asociación granja el cual se caracteriza por tener un relieve casi plano con pendientes inferiores al 3% (Manríque & Sánchez, 2016).
- **Altitud:** La finca Villa Mariela se encuentra a 2610 msnm; temperatura de 14 -16°C; humedad entre 80 – 85%, precipitación media mensual entre los 1000 – 1500 mm y su clasificación climática corresponde a frío y seco, según el atlas climatológico de Colombia (Ideam, 2010). Además Las temperaturas durante el día pueden superar los 20°C y en la noche bajar drásticamente por debajo de 0°C lo que ocasiona heladas (Manríque & Sánchez, 2016).
- **Suelo y topografía:** Se ubica en la parte baja de Casablanca, en donde los suelos son poco profundos (10-50 cm), rocas en superficie, textura arcillosa, baja retención de humedad susceptibles a los procesos erosivos, baja precipitación y de mediana a baja capacidad agrológica (Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca et al., 2018).
- **Población:** cuenta con un total de 23.654 habitantes de los cuales 7.424 habitantes corresponden al casco urbano y 16.230 habitantes al casco rural (Alcaldía Municipal de Cogua Cundinamarca et al., 2018).
- **Inventario Bovino:** 13.107 cabezas de ganado (Gobernación de Cundinamarca, 2014).
- Las actividades agropecuarias del municipio son de un 65% del territorio municipal con vocación (Alcaldía Municipal de Cogua, 2010).
- La Vereda la Plazuela corresponde al área de la subcuenta del Río Neusa en donde predomina un mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (Duran & Suárez, 2011).
- **Amenazas climáticas:** Heladas y granizadas en veredas bajas como La Plazuela.

- **Amenaza por factor antrópico:** Tala y quema de bosques para establecimiento de pastos y cultivos.
- **Conflicto de uso del suelo:** Susceptibilidad a la erosión por condiciones naturales y antrópicas y presencia de bosques foráneos que resecan el suelo.
- **Cobertura de educación:** Toda la población sin exclusión por edad, según la política educativa municipal.
- **Socioeconómico:** económicamente el municipio es agrícola y ganadero, la superficie en pastos es de 13.600 ha en donde el 77% del inventario bovino se destinan a producción de lechera tecnificada (Alcaldía Municipal de Cogua, 2010).
- **Cercanía a ecosistemas estratégicos o Áreas de reserva:** Reserva Forestal Municipal de Cogua (RFMC), Paramo de Guerrero y Bosque alto andino.

7.2. *Estado del Arte*

Para poder llevar a cabo una investigación más amplia con respecto a los sistemas de producción ganadero agroecológico se debe iniciar por una contextualización a nivel global. Es importante, resaltar además los estudios realizados a nivel nacional los cuales permitirán un mayor acercamiento al territorio a fin de identificar la contribución a la investigación.

América latina ha respondido a un aumento en la producción de carne y leche convirtiéndose en el principal productor de carne bovina y lácteos. Sin embargo este crecimiento ha ocurrido mediante sistemas intensivos de producción que causan impactos ambientales significativos (FAO, 2016). Es así como países latinos desde 1999 ya incorporan sistemas agroecológicos en el negocio pecuario de bovinos, Uruguay, México, Cuba, Costa Rica, Panamá y Bolivia, entre los que se destacan Brasil, Argentina y Colombia (CONtexto ganadero, 2015).

Brasil se posiciona como principal productor de carne bovina, con un inventario bovino mayor al del número de habitantes, 215 millones de cabezas de ganado. En consecuencia Sheila Guebara (2018), miembro de las directivas de Elanco, empresa líder de nutrición animal de Brasil, asegura que en el periodo comprendido entre 2011 al 2030 le están apuntando a la sustentabilidad en la producción ganadera, es decir, al uso racional de los recursos a partir de la reducción del área en pasturas, de 167,6 a 26,8 millones de hectáreas dedicadas a la ganadería.

Por tanto, en el primer escenario se tiene el documento “*Evaluación de Innovaciones en el Manejo de los Agroecosistemas Agrícolas Campesinos como Subsidio al Proceso de Transición Agroecológica*”, realizado por Changas, Oliveira y Leite, en la Región Media- Norte de Brasil, en donde se tiene por objetivo evaluar el grado de sostenibilidad de agroecosistemas campesinos a través de la aplicación del enfoque sistémico, que permita una comprensión integrada de los impactos técnicos, ambientales, económicos y sociales como base para apoyar el proceso de transición agroecológica.

A partir de este se tiene una metodología sobre los sistemas de uso de la tierra del territorio de Carnaubais el municipio de Jatobá do Piauí, en donde por medio de indicadores de sostenibilidad - MESMIS, se logró efectuar una evaluación de las innovaciones por medio de entrevistas semiestructuradas y mediciones en campo que indicaron los aspectos más críticos de la sostenibilidad al nivel de finca.

Teniendo como resultado que las innovaciones de fincas familiares propiciaron mejoras en los elementos para llegar a la sostenibilidad del sistema, haciendo posible el uso de tierra y mejorando la calidad de vida de propietarios y trabajadores como base para el proceso de la transición hacia la agroecología. (Chagas, Oliveira & Leite, 2009).

En el segundo escenario se revisó la contribución a la investigación es en Argentina con el documento “*Sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril de la Región Pampeana: eficiencia en el uso de la energía y rol funcional de la agrobiodiversidad*”. Cabe mencionar que en la región Pampeana el 60% de los productores son familias en su mayoría con sistemas mixtos, es decir agricultura y ganadería pastoril en un mismo predio. Adicionalmente las tecnologías en la región determinaron el reemplazo de producciones tradicionales como maíz, girasol, lechería y producción ganadera por un nuevos cultivos, generando un cambio en el modelo productivo, haciendo que las tierras con aptitud agrícola fueran utilizadas por cultivos anuales en sistemas altamente simplificados y la producción ganadera fuera confinada en pequeñas superficies como el corral.

Por lo anterior el estudio se basa en tres objetivos, comparar la agrobiodiversidad y el potencial de regulación biótica de los sistemas mixtos familiares con sistemas agrícolas puros de tipo empresarial y comparar la eficiencia energética en ambos sistemas, para finalmente analizar los resultados relacionándolos con la dimensión cultural de la agrobiodiversidad. Los objetivos fueron desarrollados por medio de una metodología de campo en el sudeste bonaerense en donde se trabajó con 3 tipos de sistemas productivos, agrícolas empresariales, mixtos familiares y engorde a corral, en donde a través de entrevistas semi estructuradas a productores encargados del manejo se indago acerca del funcionamiento del sistema y las estrategias de manejo, adicionalmente se realizaron una serie de cálculos para determinar la regulación biótica y la eficiencia energética por medio de diagramas de flujo relacionando las entradas y salidas de cada sistema.

Los resultados mostraron que los sistemas mixtos familiares tienen mejores valores de agrobiodiversidad funcional destacándose como puntos muy favorables la diversidad cultivada, rotación de cultivos, presencia de parches forestales, presencia de pastizal natural, entre otros. También estos sistemas mixtos tuvieron valores de eficiencia energética similares a los sistemas agrícolas empresariales, sin embargo el autor resalta que los sistemas mixtos están generando producción primaria y secundaria con iguales valores de eficiencia energética que los sistemas empresariales que solamente se encuentran en el primer eslabón de la cadena trófica. A modo de conclusión las decisiones productivas de los sistemas mixtos familiares favorecieron la presencia de aprovechamiento de potencial de regulación biótica para la disminución de uso de insumos, lo que indica que estos sistemas pueden contribuir al rediseño de los sistemas extensivos, mediante la demostración de formas empíricas de hacer frente a la complejidad y la diversidad agroecológica (Lermanó, 2015).

Ahora bien el primer escenario en Colombia corresponde al *“Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible”* el cual ha sido diseñado por una alianza entre el GEF (Fondo para el Medio Ambiente Global), el gobierno del Reino Unido, FEDEGAN, TNC (The Nature Conservancy), CIPAV y FA (Fondo para la Acción Ambiental), bajo la supervisión del Banco Mundial.

Este proyecto tiene como objetivo impulsar y fortalecer una ganadería eficiente en términos productivos y económicos, pero que además contribuya a la conservación de los recursos naturales de los departamentos. Por tanto este proyecto se desarrolla bajo el proceso de convocatoria de las fincas que se encuentren en las regiones con atributos ambientales, como la existencia de ecosistemas de importancia global y la cercanía a sitios protegidos en la que coincidían suelos importantes para la producción ganadera, como el Valle del Río Cesar, Bajo

Magdalena, Boyacá y Santander, Ecorregión Cafetera y el Piedemonte Orinocense, en donde los productores eligen la línea de apoyo, ya sea adopción de tecnologías, buenas prácticas ganaderas (BPG) o sistemas silvopastoriles, los cuales se desarrollan por medio de una metodología que consta de asistencia técnica, días de campo y plan predial.

El proyecto ha beneficiado alrededor de 3.900 familias a quienes se les han dado apoyo en asistencia técnica o pago por servicios ambientales por carbono (FEDEGAN, 2019).

Como segunda investigación a nivel nacional, se tiene a Marzola y Ruiz (2012) con el documento titulado *“Efectos ambientales y socio-económicos del sistema de producción ganadero con enfoque ambientalmente sostenible y el sistema tradicional, implementados en las fincas Escocia y Alejandría, respectivamente en el Municipio de Montería, Departamento de Córdoba”*.

El objetivo del artículo es analizar los efectos ambientales y socioeconómicos de un sistema de producción ganadero tradicional (SPGT) y un sistema de producción ganadero con enfoque ambientalmente sostenible (SPGAS), a partir de un estudio de caso en dos fincas ganaderas en el municipio de Montería. Para tal fin se identificaron en primera instancia los efectos ambientales tales como los efectos sobre el recurso suelo, flora, fauna y agua; efectos económicos en relación costo/beneficio, la rentabilidad del sistema; y finalmente los efectos sociales y sobre la generación de empleo teniendo en cuenta la dimensión ecológica, económica y social. Para analizar los efectos relacionados con aspectos ambientales y socioeconómicos se llevó a realizar una caracterización de ambos sistemas por medio de una encuesta sobre datos generales de los predios.

En segunda instancia, se identificaron los efectos ambientales que tiene que ver con suelo, flora, fauna y agua, realizando para el suelo una identificación y cuantificación de la macro-fauna edáfica presente en ambas fincas. Para el caso de la flora se realizó un inventario vegetal para determinar abundancia y densidad de especies. En lo que respecta a fauna, se lleve un conteo de la avifauna encontrada con la metodología en transectos lineales y para el recurso del agua se realizaron análisis de laboratorio y medidas parámetros fisicoquímicos los cuales permitieron conocer la calidad de las fuentes de agua existentes en los dos sistemas de producción.

En tercera instancia determinó la relación costo/beneficio, es decir la rentabilidad de ambos sistemas e ingresos y egresos para ver la rentabilidad de ambos sistemas. Y con esto se identificaron estrategias gestión encaminadas al desarrollo de una ganadería socialmente responsable. Obteniendo que la finca de Sistemas Productivos Ganaderos Ambientalmente Sostenibles SPGAS posee mayores rendimientos productivos en épocas secas y de lluvia, mayor tasa de preñez y mayor número de animales por hectárea con respecto a la de Sistemas Productivos Ganaderos Tradicionales SPGT.

Con respecto a los efectos ambientales se encontró que el SPGAS presenta mayor riqueza de macro-fauna, biodiversidad de especies vegetales, especies de aves y en lo que respecta al agua se tiene mejor calidad en cuanto a parámetros medidos.

En el Departamento de Caquetá, Galán (2012) ha realizado una investigación titulada “Identificación de alternativas de mejoramiento continuo bajo el concepto de buenas prácticas ganaderas para el sector lechero en Colombia: estudio de caso en el departamento de Caquetá”. En primer lugar, se llevó a cabo una descripción breve de los antecedentes y situación actual del sector lechero lo que permitió identificar la problemática del sector para luego adaptarlas en la

matriz de Leopold, riesgos y listas de chequeo con el objetivo de elaborar gráficas que permitan saber cuántos productores trabajaban bajo el concepto de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG).

Todo esto con el fin de identificar alternativas que permitan que los sectores económicos aumenten su competitividad y al mismo tiempo le dé un valor diferenciador al producto cuidando del ambiente. Teniendo como resultado alternativas de mejoramiento continuo tales como la conservación de los ecosistemas sobre todo en las zonas más vulnerables, conservación del suelo dando prioridad de atención inmediata a aquellas zonas más afectadas y con menor producción de forrajes, alternativas para el bienestar al trabajador brindando capacitaciones en salud ocupacional sobre elementos de protección personal apropiados, manejo de equipos y residuos y alternativas para el bienestar animal por medio de capacitaciones a trabajadores sobre el trato apropiado de bovinos para evitar el estrés.

El diagnóstico ambiental, sanitario y de buenas prácticas ganaderas en el eslabón primario del sector lechero permite un mayor acercamiento al escenario de explotación, por tanto, la metodología en esta investigación resulta ser relevante para la base del estudio de caso de la finca Villa Mariela

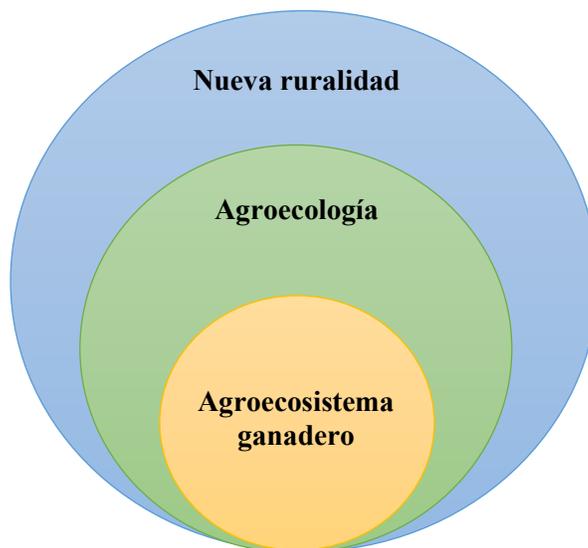
Los autores convergen en la dimensión socio-económica y cultural vista desde la labor de las familias productoras como eje articulador en la eficiencia de sistemas ganaderos más productivos, ya que al momento de evaluar alternativas agroecológicas es indispensable incentivar a las familias a que vean estos sistemas agroecológicos como un ingreso y símbolo familiar, haciendo que de esta manera las poblaciones rurales rebasan las fronteras de la producción agrícola.

Los aportes a la investigación parten desde las metodologías empleadas por cada documento siendo algunas más explícitas en el diagnóstico de variables sociales, sin embargo todas aportan a la identificación de alternativas agroecológicas como es el caso del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, el cual contiene 5 manuales en buenas prácticas ganaderas (BPG) y sistemas silvopastoriles que albergan muchas de las alternativas adoptadas a los estudios de caso de las demás investigaciones globales y nacionales antes descritas.

7.3. *Marco Teórico*

Con el fin de soportar la investigación del presente trabajo, es necesario hacer énfasis en las teorías más relevantes que han marcado los paradigmas social, ecológico y económico a partir del sistema productivo ganadero a nivel nacional, por tanto se desarrolla desde la teoría general (Nueva ruralidad) a la particular (Agroecosistema ganadero).

Figura 3. Estructura de teorías.



Fuente: (Autoras, 2019)

La primera gran teoría trae consigo la necesidad de ver el sector rural con la importancia debida, esta se denomina *Nueva Ruralidad*, la cual surge en Europa, pero tiene un desarrollo más profundo en Estados Unidos a mediados del siglo XX y destaca una relación directa entre el sector rural y agrícola.

“En América Latina los dos países que hicieron un mayor esfuerzo para crear una nueva estructura institucional territorial basada en los gobiernos locales (municipios) para impulsar políticas territoriales de desarrollo son Colombia con el Programa de Desarrollo Integral Campesino y Bolivia con la Ley de Participación Popular. Por su lado, México ha hecho poco con su Ley de Desarrollo Rural Sustentable (que no se puede aplicar cabalmente por falta de reglamento) y los Distritos de Desarrollo Rural (De Grammont, 2004)”.

El impulso de las políticas territoriales de desarrollo para el caso específico de Colombia, se dio debido a la “ineficacia de las reformas agrarias emprendidas a finales de la década de los setenta en el continente” (Pérez , 2004). En este sentido, se puede ver como la redistribución de terrenos no era equitativo en algunas partes del país, sobre todo en aquellas regiones afectadas por el narcotráfico y el desplazamiento forzado. Es desde entonces que toma fuerza el paradigma de nueva ruralidad y con esto programas donde el campesino tiene poder. Es así como Edelmira Pérez y María Adelaida Farah, precursoras de la *nueva ruralidad* en Colombia lo determinan como:

“una visión interdisciplinaria del mundo rural, que toma en cuenta los aportes de la sociología rural y de la economía agraria, pero que va más allá de la mirada de estas dos disciplinas, que establecieron por separado la actividad productiva y el comportamiento social de los pobladores rurales (Pérez , 2004)”.

Dentro de la teoría, insiste además en la necesidad de un desarrollo de tecnologías que lleven hacia un mejor manejo del uso del suelo y aprovechamiento del agua por medio del uso apropiado de insumos sin contaminantes los cuales aporten a la conservación de los recursos naturales y a su vez al aseguramiento de la salud humana.

Es así, como la visión de la nueva ruralidad no solamente pone en énfasis la actividad productiva, sino que además reconoce la importancia del manejo, uso y conservación de los recursos naturales como una forma de dinamizar la economía en el área rural con el fin de construir proyectos los cuales aporten al desarrollo más sostenible.

Ahora bien es necesario resaltar la teoría general de sistemas la cual asegura que la actividad pecuaria se encuentra en entorno cambiante y por tanto “La planificación de la empresa ganadera, en consecuencia, no debe efectuarse sin considerar la variabilidad que muestran los elementos que intervienen en su funcionamiento (García, s/f, pág. 5)”. En este sentido, se ve la importancia de un paradigma alternativo de manejo y producción de los recursos que fomente una agricultura biodiversa, sostenible y socialmente justa como respuesta a la crisis del ambiente. A razón de lo anterior nace la *agroecología*, que se crea a finales de los setenta, con técnicas y saberes que siempre han tenido las culturas campesinas. Para este paradigma se toman en cuenta a dos autores Gliessman y Altieri.

“Gliessman (1998) agrega que este paradigma es fundamental para orientar la conversión de sistemas convencionales de producción (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos) a sistemas más diversificados y autosuficientes. Para esto la agroecología utiliza principios ecológicos que favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que optimizan sinergias de modo tal que la agrobiodiversidad sea capaz de subsidiar por si misma procesos claves tales

como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos (Molina, 2011)”.

A su vez, Altieri (1999), afirma que “la agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de agricultura más unido al ambiente y sensible socialmente; ligadas no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción”. Por tanto desde la visión ecológica:

“En el corazón de la agroecología está la idea que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclos de nutrientes, interacción de depredador/presa, competencia, comensalia y cambios sucesionales, también se dan. La agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de esta relación. En la agroecología está implícita la idea que por medio del conocimiento de estos procesos y relaciones los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso de insumos externos (Altieri, 1999)”.

Adicionalmente, los agroecosistemas tienen varios grados de resiliencia y de estabilidad, pero estos no están estrictamente determinados por factores de origen biótico. Por esto, desde la perspectiva social:

“Factores tales como el colapso en los precios del mercado o cambios en la tenencia de las tierras, pueden destruir los sistemas agrícolas tan decisivamente como una sequía, explosiones de plagas o la disminución de los nutrientes en el suelo. Por otra parte, las decisiones que asignan energía y recursos materiales pueden aumentar la resiliencia y recuperación de un ecosistema dañado (Altieri, 1999)”.

A partir del paradigma de la agroecología y su estudio sobre “la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas como culturales” (León , 2009) se puede ver como en esta gran teoría se encuentran interacciones las cuales se entienden por medio de los agroecosistemas que para Altieri (1989) no son más que “ecosistemas manipulados y artificializados por el hombre para capturar y convertir energía solar en alguna forma particular de biomasa que pudiera ser usada como comida, como medicina, fibra, esto es como materia prima, o como combustible” (Margalef, 1993).

Así mismo, Odum (1984) presenta 4 características principales de los agroecosistemas los cuales son:

“Los Agroecosistemas requieren fuentes auxiliares de energía, que pueden ser humana, animal y combustible para aumentar la productividad de organismos específicos. 2. La diversidad puede ser muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas. 3. Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural. 4. Los controles del sistema son, en su mayoría, externos y no internos ya que se ejercen por medio de retroalimentación del subsistema (Altieri, 1999)”.

En este sentido, los agroecosistemas son producto de la manipulación o explotación de un ecosistema para la producción de biomasa que sea útil y sea producto de la dinámica entre el humano, cultivo, animales, etc.

Para el caso específico de la producción con animales, dentro de los diferentes agroecosistemas manejados, se tiene el de manera convencional donde la energía adicional viene por medio de fuentes biológicas, es decir trabajo humano, trabajo animal y cultivo (González, 2011). Lo anterior, puede relacionarse del tal forma que se realice una integración entre la agricultura y la

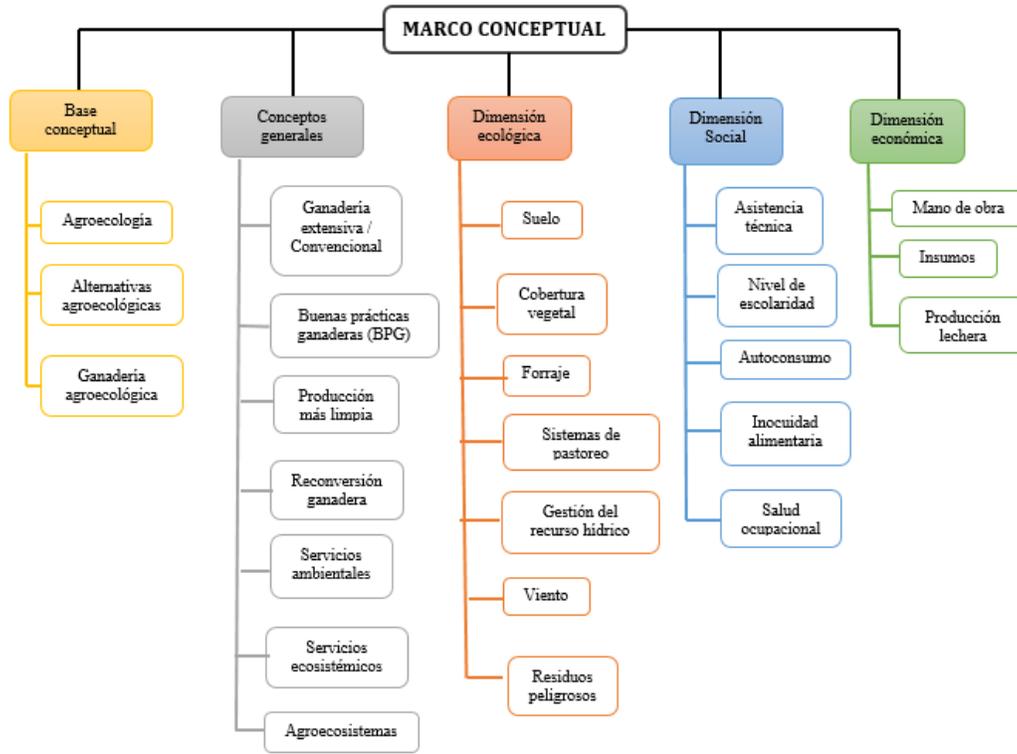
ganadería, poniendo como caso, si se trabaja un sistema ganadero a la vez que se tiene un cultivo de biomasa vegetal, que si bien por un lado el ganado brinda el estiércol como elemento clave para la fertilización del cultivo en vez de la fertilización química por otro lado el ganado invierte gran cantidad de biomasa del cultivo vegetal en los procesos metabólicos requeridos para su mantenimiento y producción.

Es así, que se quiere demostrar como la ganadería se encuentra inmersa en la agroecología mostrando beneficios económicos en términos de aumento de producción y disminución de costos a largo plazo, puesto que se tienen cultivos vegetales dentro del sistema de producción. Ganancias en términos sociales por la importancia que se tiene sobre la inocuidad del alimento y ecológicas debido a que una estrategia clave en agroecología es explotar la complementariedad y sinergia que derivan de las diferentes combinaciones de cultivos, árboles y animales en agroecosistemas, que se rigen por arreglos espaciales y temporales, tales como policultivos, sistemas agroforestales y mezclas cultivo-ganadería (Altieri & Nicolls, 2000).

7.4. Marco Conceptual

Para el siguiente apartado es necesario precisar los conceptos que soportan la presente investigación. A continuación en la Figura 4 se muestra el orden en que se van a presentar los 24 conceptos iniciando por los dos conceptos más relevantes, agroecología y ganadería agroecológica, luego se toman en cuenta conceptos relacionados con los sistemas de explotación ganadero y por último los conceptos de cada variable de acuerdo a las dimensiones que se trabajan en el primer eslabón de la producción láctea.

Figura 4. Conceptos de acuerdo a cada dimensión.



Fuente: (Autoras, 2019)

Según Altieri, socio-fundador del Consorcio Latinoamericano de la Agroecología y Desarrollo (CLADES) y autor del libro “Agroecología: bases científicas de la agricultura sustentable”, define la agroecología como:

“Ciencia que estudia los principios sobre los cuales se debe basar el diseño de una agricultura sustentable; es decir, una agricultura que sea ambientalmente sana, que sea diversificada y que rompa el monocultivo para que así no dependa de insumos agrotóxicos externos que son caros y ecológicamente peligrosos. Pero la construcción de esta nueva agricultura también busca la viabilidad económica y la justicia social. Por esta razón, la agroecología debe complementarse con políticas agrarias que busquen la seguridad alimentaria, la conservación de los recursos

naturales y la eliminación de la pobreza rural; lo que nosotros denominamos una agricultura sustentable (Altieri, 2003) ”.

Eduardo Sevilla Guzmán (2006), director del programa de doctorado en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad de Córdoba define las *alternativas agroecológicas* como “el punto de partida desde las cuales se pretende el diseño participativo de métodos de desarrollo endógeno para el establecimiento de dinámicas de transformación hacia sociedades sostenibles (Ordóñez , 2010)”.

De acuerdo con el Reglamento de la Comunidad Europea (CE) N°. 1804 de 1999 la *ganadería ecológica* es “una actividad que se concibe ligada a los sistemas agrícolas, el uso de pastizales y áreas naturales, por lo cual se define que la ganadería ecológica es una actividad ligada al suelo (Rebollo & García, s/f)”.

La *ganadería extensiva* es aquella actividad sin árboles con muy pobre capacidad de carga y mínima generación de empleo. Este sistema de explotación corresponde a los sistemas de producción de tipo extractivo y de pastoreo extensivo tradicional en los que la actividad principal suele ser la cría con levante. En este tipo de ganadería, la dependencia del ciclo ganadero y de las condiciones climáticas es muy altas; el nivel de inversiones y el uso de tecnología son muy bajos (Vergara, 2010).

Esta eficiencia puede además ser soportada por diferentes técnicas y alternativas como lo son las *Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)* las cuales se definen como normas que se aplican durante el proceso de producción pecuaria, con el fin que la empresa ganadera sea sostenible ambiental, económica y socialmente y de esta manera obtener productos sanos, seguros y de buena calidad (Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio, Ochoa, & CIPAV, 2011).

Se entiende como *producción más limpia* a la estrategia de producción ecoeficiente preventiva, la cual es aplicada a los procesos, productos y/o servicios con el fin de incrementar la eficiencia ahorrando costos y reduciendo los riesgos al ser humano y al ambiente (Observatorio Ambiental de Bogotá, s/f).

La *reconversión ganadera* según el proyecto de ganadería colombiana sostenible es la transformación del modelo tradicional que se basa únicamente en pastos y con poca consideración sobre sus efectos ambientales en una ganadería que genere riqueza y prosperidad para sus propietarios y la comunidad de manera que se conserven los recursos naturales basándose además en el retorno económico a corto, mediano y largo plazo (Zapata & Silva, 2016).

Los *servicios ambientales* son los beneficios que suministran los ecosistemas y agroecosistemas a la sociedad en general. Estos beneficios ambientales son por ejemplo: captación y regulación hídrica, control de inundaciones, protección del suelo, fijación de nutrientes, control de plagas, fijación de carbono, entre muchos otros (FEDEGAN, 2016).

El concepto de *servicios ecosistémicos* se refieren a los beneficios directos e indirectos que las personas reciben de los ecosistemas, como por ejemplo: captación y regulación hídrica, control de inundaciones, protección del suelo, fijación de nutrientes, control de plagas, fijación de carbono entre otros. (Zuluaga, Giraldo & Chará, 2011). De otro lado el concepto de *servicios ambientales* se utiliza cuando estos beneficios son valorados por la sociedad de forma económica, política o cultural.

Por tanto “los *Agroecosistemas* son ecosistemas semi-domesticados que se ubican en un gradiente entre una serie de ecosistemas que han sufrido un mínimo de impacto humano, como es el caso de ciudades (Altieri, 1999)”. Estos Agroecosistemas difieren de los ecosistemas en que la diversidad puede ser más reducida, los animales y plantas son seleccionados artificialmente y no por selección natural, por último, los controles del sistema son externos y no internos ya que se ejercen por medio de la retroalimentación.

Para el presenta trabajo de investigación y con respecto a la dimensión ecológica, se consideraron siete variables, las cuales son fundamentales en el sistema de producción ganadero ya que la disponibilidad y cantidad de forraje lo determinan las condiciones *suelo*, por consiguiente este se define como un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta (SIAC, s/f). Adicionalmente la FAO resalta que el suelo es el producto final del tiempo y la combinación del clima, la topografía, los organismos y el material parental.

La *cobertura vegetal*, es la capa de vegetación de la superficie terrestre, la cual en la investigación hace referencia a las formaciones vegetales tales como forrajes y especies arbóreas, cumpliendo funciones de gran importancia como la captación y almacenamiento de energía, refugio de la fauna, mitigación de procesos erosivos en los terrenos, medio regulador del clima local, atenuador y reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima y bienestar para el hombre (Alcadía Municipal de Mirado -Cauca, s/f).

Los *forrajes* son plantas o residuos de cosecha que sirven de alimento para los bovinos. Las especies forrajeras se caracterizan por contener gran cantidad de agua en su masa vegetal y es

una buena alternativa para el aporte de nutrientes, además de ser económico para el productor ganadero. Las especies forrajeras se clasifican en gramíneas y leguminosas (Mojica, 2017). Para el estudio de caso es indispensable contar con un forraje adecuado, es decir que el valor nutritivo corresponda a las necesidades nutricionales para una buena producción de leche.

Los *sistemas de pastoreo* son una herramienta mediante la cual se hace un control sobre la forma como el animal está utilizando las pasturas. La finalidad básica de un sistema de pastoreo es:

“lograr mantener una producción alta de forrajes de muy buena calidad durante el mayor tiempo posible, mantener un balance favorable entre las diferentes especies forrajeras (gramíneas y leguminosas), obtener una excelente utilización del forraje producido y lograr una producción ganadera rentable (Soto, 2014)”.

De acuerdo con la Asociación Mundial para el Agua (GWP) (2009), la gestión del recurso hídrico es el proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, suelo y demás recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

El viento es una corriente de aire que se produce en la atmósfera al variar la presión. El viento además es el causante de procesos erosivos principalmente donde hay poca cobertura vegetal (Nimbus Weather Service, s/f).

El Decreto 4741 define a los *desechos o residuos peligrosos* como:

“Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)”.

Por otra parte en la dimensión social se tienen en cuenta cuatro conceptos, el primero hace referencia a la *asistencia técnica*, la cual es vital para que los ganaderos mejoren la producción de sus fincas y consoliden sus negocios, esta asistencia realiza el apoyo en lo sanitario, ambiental, asociativo, ciencia y tecnología y empresarial. La asistencia técnica impulsa al mejoramiento de la calidad de vida del productor y de su entorno. En la medida en que sea eficiente, el ganadero va a generar mano de obra, progreso, comercialización e impacto positivo al ambiente (Fonseca, 2016).

La salud ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los/as trabajadores/as mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo, (Secretaría de Gobierno de Salud, s/f) . En cuanto a la investigación se resaltan en las actividades agropecuarias que requieran contacto directo con el animal, manejo de maquinaria y productos químicos.

El *aporte nutricional* hace referencia al aporte energético por parte de diferentes nutrientes, tal es el caso de la leche, la cual constituye el mejor aporte de calcio, proteínas y otros nutrientes necesarios para la formación de huesos y dientes. Contiene proteínas de alto valor biológico, hidratos de carbono (lactosa), lípidos, yodo, calcio, fósforo, vitaminas A, B12 y riboflavina, (FAO, 2011). De igual forma cabe resaltar que la ganadería es un sector estratégico en América Latina para la seguridad alimentaria, por tanto, la FAO (2016) afirma que el 25% de las calorías y el 15% de las proteínas que consumen los habitantes son de origen animal.

El *autoconsumo* en la actividad ganadera se relaciona a la cría de animales por parte de una familia la cual se beneficia de la producción de leche a pequeña escala. (Aznar & Carmona, 2014).

De acuerdo con el Ministerio de Salud y Protección (2017) social la *inocuidad alimentaria* se refiere al conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos no causen alteraciones a la salud del consumidor.

De acuerdo con la FAO (2011), la *seguridad alimentaria* es el estado en el cual todas las personas gozan en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico, social, seguro y nutritivo, para satisfacer seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objetivo de llevar una vida activa y sana.

El *nivel de escolaridad*, hace alusión al proceso de formación permanente, personal, cultural y social; concebido, consciente y sistemáticamente, que supone el “hacerse” como persona en una institución, llegando a cierto nivel de escolaridad, ya sea educación inicial, preescolar, básica, media o superior (técnico, tecnológico o profesional). Fundamentada en los derechos y deberes de la persona humana de acuerdo a los deseos en su vida (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Por último de acuerdo a la dimensión ecológica se resaltan tres conceptos que permitirán relacionar el sistema de producción convencional actual y el sistema de producción ganadero agroecológico.

El primer concepto hace alusión a la *mano de obra* que de acuerdo a la actividad agrícola tiene dos enfoques, por un lado se relaciona con el concepto de ganadería familiar en donde el titular, su cónyuge o pareja y otros miembros de la familia realizan trabajos agrícolas para la explotación, ya sea de forma continua o eventual, como asalariados o no asalariados. Por otro lado se encuentra la mano de obra no familiar siendo ésta distinta del titular y miembros de la familia en donde quien realiza los trabajos

agrícolas recibe algún tipo de remuneración ya sea sueldo, salario, participación en beneficios u otros medios de pago (Instituto Vasco de estadística, s/f).

De acuerdo con la teoría general de sistemas el concepto de *insumo* se relaciona con la fuerza de arranque del sistema, que provee el material o la energía para la operación del mismo. Adicionalmente según los miembros de IFOAM (Federación Internacional de los Movimientos de Agricultura Orgánica), los insumos externos en la actividad agrícola son principalmente de origen químico como los fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, además de concentrados para los vacunos y combustible los cuales generan un gran gasto de inversión (Elzakker, s/f).

Por último la *producción lechera* es un factor decisivo para la rentabilidad global de la explotación, esta depende del bienestar del bovino y el alimento de buena calidad y cantidad que se le proporcione. De acuerdo con el Banco Mundial, en la mayoría de los países la leche es producida por pequeños y mediano productores contribuyendo a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de las familias, además produce ganancias relativamente rápidas siendo fuente principal de ingreso para muchas de estas familias productoras (FAO, s/f).

7.5. *Marco Normativo*

Dentro del marco legal colombiano establecido en el sector productivo ganadero se incluyen normas relacionadas al ordenamiento territorial, conservación de los recursos naturales, inocuidad pecuaria, asistencia técnica, apoyo presupuestario y seguridad laboral.

Tabla 1. Marco normativo del sector lácteo colombiano

Año	Norma	Entidad que la expide	Contribución
1987	Ley 388	Congreso de Colombia	Artículo 6o. La ley tiene por objetivo complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, orientándola hacia el desarrollo y aprovechamiento sostenible
1993	Ley 101	Congreso de Colombia	Artículo 1o. Propósito. Proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras y promover el mejoramiento de ingreso y calidad de vida de los productores rurales.
	Ley 99	Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
1993	Ley 89	Congreso de Colombia	Por la cual se establece la Cuota de Fomento Ganadero y Lechero y se crea el Fondo Nacional del Ganado. Artículo 4o. Objetivos. Asistencia técnica, financiación en programas y proyectos, comercialización de carne y leche, etc.
1994	Ley 2811	Presidencia de la República	Protección de los recursos naturales y regulación en la protección de flora y fauna.
2000	Ley 607	Congreso de Colombia	Artículo 2o. principios. La asistencia técnica directa rural, es un servicio público de carácter obligatorio y subsidiado con relación a los pequeños y medianos productores rurales, cuya prestación está a cargo de los municipios en coordinación con los departamentos y los entes nacionales, en particular el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Para tal efecto la asistencia técnica directa se desarrollará bajo los siguientes principios: eficiencia, libre escogencia, desarrollo sostenible, heterogeneidad, planificación, descentralización, obligatoriedad, calidad, coordinación, organización de los productores, enfoque de cadena productiva y de agregación de valor.
2004	Decreto 1443	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	El decreto establece medidas ambientales para el manejo, prevención de plaguicidas, además del manejo seguro de los residuos provenientes de los mismos para proteger la salud humana y el ambiente
2010	Conpes 3675	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Se pretende impulsar a estrategias e instrumentos que permitan disminuir los costos de producción e incrementar la productividad con miras a profundizar y diversificar los mercados interno y externo, y aprovechar las oportunidades y ventajas comparativas que tiene el sector a través de procesos a partir de la formalización y capacitación, todo esto por medio de la política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo Colombiano.
2010	Conpes 3676	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Por el cual se establece la política nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias, y específicamente aquella dirigida a las cadenas de la carne y leche

Año	Norma	Entidad que la expide	Contribución
2011	Decreto 4145	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	La UPRA tiene por objeto orientar la política de gestión del territorio para usos agropecuarios.
2014	Decreto 1443	Congreso de Colombia	Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
2014	Ley 1731	Ministerio de trabajo	Artículo 1o. Objeto. Adoptar medidas especialmente en materia de financiamiento, tendientes a impulsar la reactivación del sector agropecuario, pesquero, acuícola, forestal y agroindustrial, y fortalecer la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (CORPOICA).
2017	Decreto 870	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establecer las directrices para el desarrollo de los pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación que permita el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos, a través de acciones de preservación y restauración.
2017	Ley 1876	Congreso de Colombia	Por medio del cual se crea el sistema nacional de innovación agropecuaria (SNIA), este como herramientas fundamentales para lograr que las acciones de investigación, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología, gestión del conocimiento, formación, capacitación y extensión soporte efectivamente los procesos de innovación requeridos para mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario colombiano.

Fuente: (Autoras, 2019)

7.6. *Marco Institucional*

El presente proyecto se encuentra bajo la línea del grupo de investigación Gestión y productividad sustentable, con un enfoque hacia el componente de la gestión para el desarrollo rural y urbano hacia mejoramiento de la calidad de vida, el cual se encarga de evaluar las alternativas de uso y manejo inadecuado del suelo por actividades agrícolas en el sector rural, dando como finalidad a la agricultura de conservación y sostenible.

Dentro de las partes involucradas políticas, gubernamentales, ambientales y del territorio en el desarrollo del proyecto se tienen como principales: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, Ministerio Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Del mismo modo se agrega La Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Corporación Autónoma Regional (CAR) de donde se obtiene información acerca de la ganadería a nivel nacional y local apoyados también en Asoleche. Por consiguiente, a partir de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) se busca información más detallada sobre alternativas de producción y manejo en la producción ganadera.

Dentro del ámbito territorial de Cogua se tiene en cuenta la Alcaldía Municipal y La UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) donde se encuentra una información más detallada acerca de la producción ganadera desarrollada, sus complicaciones, bovinos encontrados, entre otros.

8. Metodología

El modelo metodológico que se estructuró para realizar esta investigación consta de dos partes, la primera corresponde al diseño metodológico y la segunda al plan de trabajo. Con respecto al diseño metodológico se exponen las etapas correspondientes a cada uno de los objetivos en relación con el alcance, enfoque y método de la investigación y en cuanto al plan de trabajo se determinan los pasos lógicos para el desarrollo del estudio.

8.1. Diseño Metodológico

En la siguiente tabla se muestra la metodología utilizada con respecto a cada objetivo, es decir a partir de cada actividad se definen las técnicas e instrumentos y por consiguiente los resultados esperados.

Tabla 2. Diseño metodológico.

Matriz Metodológica de la investigación					
Objetivo General: Formular una propuesta agroecológica para un sistema de producción ganadero lechero de acuerdo a algunas variables, ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso: Finca Villa Mariela, Vereda La Plazuela, Municipio de Cogua – Cundinamarca.					
Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento	Recurso	Resultados Esperados
1. Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo lechero de la finca y de la zona de estudio	Recolección de información bibliográfica	Análisis documental	Bases de datos	Dispositivo de almacenamiento: Computadora	Análisis e interpretación de las condiciones sociales, económicas y ecológicas que se obtuvieron en campo
	Recolección de información primaria	Observación directa, entrevistas	Diario de campo, guía entrevista semiestructurada, cámara fotográfica	Talento humano	
	Elaboración de modelo del uso de suelo actual	Diseño del modelo	Software Maya	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	
	Elaboración de matriz de alternativas	Análisis documental	Bases de datos	Dispositivo de almacenamiento: Computadores	
	Cálculo de variables	Recolección de datos	Diario de campo	Calculadora	
	Análisis de características fisicoquímicas del suelo	Recolección de datos	Laboratorio	Laboratorios Agrosavia	

Matriz Metodológica de la investigación

Objetivo General: Formular una propuesta agroecológica para un sistema de producción ganadero lechero de acuerdo a algunas variables, ecológicas, sociales y económicas. Estudio de caso: Finca Villa Mariela, Vereda La Plazuela, Municipio de Cogua – Cundinamarca.

Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento	Recurso	Resultados Esperados
1. Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo lechero de la finca y de la zona de estudio	Organización de datos recolectados	Recolección de datos	Diario de campo, guía entrevista semiestructurada, cámara fotográfica	Dispositivos de almacenamiento: computadora	Análisis e interpretación de las condiciones sociales, económicas y ecológicas que se obtuvieron en campo
	Interpretación de información recolectada	Recolección de datos	Diario de campo, guía entrevista semiestructurada, cámara fotográfica	Dispositivos de almacenamiento: computadora	
2. Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.	Matriz de alternativas	Análisis documental	Programa de Excel	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	Identificación de alternativas que mejor se adapten al componente ambiental a partir de un sistema de producción ganadero agroecológico del sector lácteo y empezar a tomar decisiones para la propuesta.
	Relación de alternativas por dimensiones	Recolección de datos	Programa de Excel	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	
3. Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca a corto, mediano y largo plazo.	Revisión bibliográfica	Análisis documental	Bases de datos	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	Formulación integral de las prácticas sostenibles de acuerdo con las condiciones sociales, económicas, ecológicas y de bienestar animal para el sistema de producción ganadero agroecológico del sector lechero, a partir de las variables identificadas en campo.
	Definición de prácticas que mejor se adapten	Recolección de datos	Bases de datos	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	
	Uso de software Maya	Diseño de modelo	Software Maya	Dispositivos de almacenamiento: Computadora	

Fuente: (Autores, 2019)

De acuerdo con el objetivo general en la presente investigación se toman en cuenta tres alcances: descriptivo, correlacional y explicativo. Para empezar, se toma en cuenta el alcance descriptivo en donde se diagnostica el estado actual del sistema de producción ganadero en la finca Villa Mariela para así recolectar la información primaria de acuerdo a las diferentes variables identificadas en las dimensiones social, ecológica y económica. Por otra parte, el alcance correlacional permite relacionar las variables entre sí y de esta manera proponer la alternativa que mejor se adapte al estudio de caso según autores y casos exitosos. Por último, con el alcance explicativo se fundamenta la viabilidad de cada una de las alternativas frente a las dimensiones. (Sampieri, Fernández & Baptista, 2010)

La investigación tiene un enfoque cualitativo mixto identificado a partir de la problemática, en el cual es indispensable resaltar el enfoque cualitativo, puesto que permite profundizar en la obtención de datos y por consiguiente la contextualización del ambiente, conociendo la interpretación y las experiencias de los trabajadores con la actividad. Sin embargo, al triangular la información con técnicas cuantitativas se permite abordar la investigación desde los diferentes ángulos como lo son análisis de laboratorio para las muestras del suelo con el fin de obtener datos más exactos y de esta manera poder relacionar las variables identificadas por dimensión (Sampieri, Fernández & Baptista, 2010). En los anexos 3 y 4 se adjuntan los resultados obtenidos del enfoque cuantitativo.

Por consiguiente, se utilizará el método analítico, ya que se realizará un desglose donde a partir de la producción ganadera lechera, se identifiquen los efectos que trae consigo en las tres dimensiones del ambiente y como a partir de estas se vienen desarrollando diferentes efectos que se van a identificar dentro de la matriz de variables. Este proceso se realizará a través de técnicas de campo, empleando entrevistas sobre los datos de interés a quienes operan y dirigen la finca,

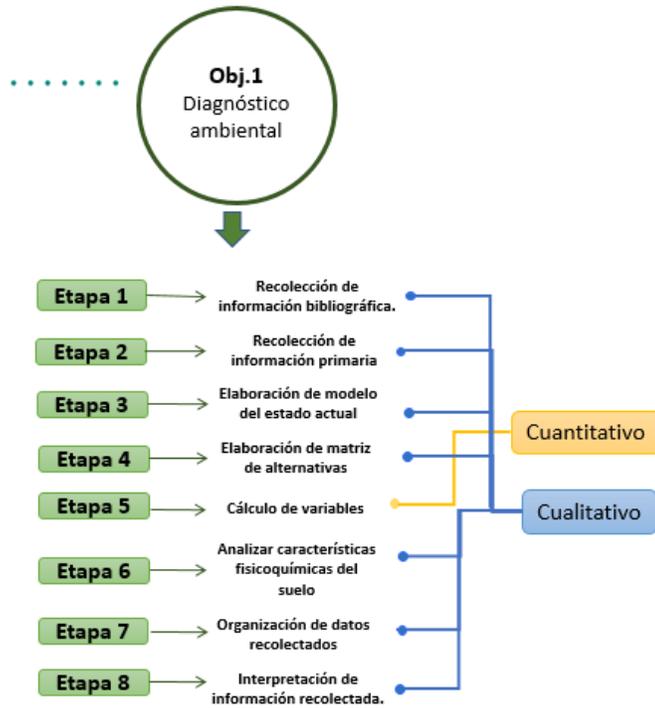
con el fin de obtener datos específicos. Todo esto por medio de los instrumentos como registros fotográficos, cuestionarios para entrevistas, dispositivos móviles para uso de grabación y localización del terreno y herramientas de programación para hacer efectivo el diseño del modelo de producción ganadero.

A continuación se especifica el enfoque de cada una de las etapas por objetivo específico.

8.1.1. Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo lechero de la finca y de la zona de estudio.

Para el desarrollo de este objetivo se realizan dos inmersiones a campo las cuales permiten levantar la información necesaria para la espacialización del modelo del uso del suelo en el hato y la identificación de las variables a tratar de acuerdo a los componentes (suelo, aire y agua), con el fin de reconocer las problemáticas más apremiantes del sistema productivo.

Figura 5. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 1.



Fuente: (Autoras, 2019)

Para la identificación del uso del suelo actual de la finca se realiza un modelo a escala que permite visualizar las unidades productivas agrícolas con ayuda del software Autodesk Maya.

Como se observa en la tabla de variables, se mencionan los diferentes indicadores, técnicas e instrumentos para recabar la información; sin embargo, para algunas variables se recurrió a metodologías más específicas que a continuación se describen.

Tabla 3. Variables planteadas para el diagnóstico, de acuerdo a cada dimensión.

Dimensión	Variable	Aspecto	Indicador/ descriptor	Unidades	Técnica	Instrumento	
Social	Asistencia técnica	Frecuencia de capacitaciones	# Visitas mes /año	#Visitas /año	Entrevista	Banco de preguntas	
		Contenido de capacitaciones	# Contenidos asistidos / Total de contenidos ofrecidos	unidad de contenidos			
	Salud ocupacional	Alteraciones a la salud	Existencia de EPP	Número de EPP/ Total de EPP para actividad pecuaria	Observación directa Entrevista	Banco de preguntas y registro fotográfico	
			Frecuencia de uso de EPP	Unidades de frecuencia			
		Afiliación a servicio medico	Atención medica	Número de trabajadores afiliados	Entrevista	Banco de preguntas	
	Seguridad alimentaria	Almacenamiento de insumos pecuarios y agrícolas	Insumos agrícolas	Número de bodegas/ tipo de insumo agrícola	Entrevista	Cuestionario y registro fotográfico	
			Insumos pecuarios	Número de bodegas/ tipo de insumo pecuario	Entrevista		
		Autoconsumo	Litros de leche / día	Litros	Entrevista	Banco de preguntas	
Nivel de escolaridad	Capacidad de entendimiento de información técnica	Grado de escolaridad	Básica, media o superior	Entrevista	Banco de preguntas		
Ecológica	Suelo	Tipo de pastoreo	Capacidad de carga	Unidades animal/Ha	Aforo, observación directa y entrevista	Banco de preguntas y registro fotográfico	
		Características Biológicas	Materia orgánica	%	Observación directa Análisis de laboratorio		
			CIC	meq/100g	Análisis de laboratorio		
		Características químicas	pH	unidades	Análisis de laboratorio	Potenciómetro	
			Característica física	Textura	%	Análisis en laboratorio	Al tacto
				Densidad aparente	kg/m ³ ó g/cm ³		
		Densidad real	g/cm ³				
Rotación de potreros	Número de bovinos /días / estaciones en rotación	Número de bovinos /días / estaciones en rotación	Observación directa Entrevista	Banco de preguntas y registro fotográfico			

Dimensión	Variable	Aspecto	Indicador/ descriptor	Unidades	Técnica	Instrumento
Ecológica	Residuos peligrosos	Infecciosos biológicos: Biosanitarios, Cortopunzantes y anatomopatológicos	Número cabezas de ganado / ha	unidades	Observación directa Entrevista	Banco de preguntas y registro fotográfico
			Cantidad de residuos biosanitarios y cortopunzantes producidos	Kg/mes	Entrevista	Banco de preguntas
			Número de animales muertos/año	unidades	Entrevista	Banco de preguntas
		Agroquímicos	Manejo	kg/mes	Observación directa Entrevista	Banco de preguntas y registro fotográfico
	Agua	Ordeño	Vol de agua día/ litro de leche producido	m3/litro leche	Entrevista	Banco de preguntas
		Riego	$Q=V/T$	m3/s	Entrevista	Banco de preguntas
			Frecuencia	Intervalo de días/ mes		
		Lavado de equipos	$Q=V/T$	m3/s		
			Frecuencia	Intervalo de días/mes		
		Lavado de ganado	$Q=V/T * \#$ Cabezas de ganado	m3/s		
			Frecuencia	Intervalo de días/mes		
	Consumo por ganado	$Q=V/T * \#$ de bebederos	m3/s			
		Frecuencia	Intervalo de días/mes			
	Uso de Fuentes hídricas aledañas	$Q=V/T$	m3/s			
		Precipitación	Litros de agua lluvia caídos * unidad de superficie	mm	Revisión bibliográfica	Computador
	Vientos	Control del viento	Dirección	Grados	Medición en campo	Indicador de dirección
Velocidad			m/s	Revisión bibliográfica (estación meteorológica)	Computador	
Forrajes	Tipo	Especies	# Especies	Aforo, entrevista y observación directa		
	Cobertura	% especie * unidad de superficie	%/ Ha			
Económica	Costos producción de sistema convencional	Mano de obra	# Jornaleros / Ha	Unidad de jornaleros /Ha	Entrevista	Banco de preguntas
		Insumos	Costo total de insumos/mes	Costo /mes		
		Producción	Cantidad de producción de leche /Ha	Litros/ Ha		
			Costo de producción de leche / Ha	Costo Litro /Ha		

Fuente: (Autoras, 2019)

- **Tipo de pastoreo**

Para el desarrollo de esta metodología se toma como referencia la cartilla de “Manejo de praderas y división de potreros” de FEDEGAN (2018), en donde se describe que un aforo permite el cálculo correcto de la capacidad de carga de los potreros. Este aforo se realiza con la ayuda de un marco de 1m² en tubo PVC, tijeras podadoras, bolsas para recolección de muestras y una gramera (ver figura 6). Este procedimiento consta de tomar 5 muestras de pastos por Ha de manera aleatoria. A continuación se muestran las ecuaciones relaciones a la capacidad de carga del área destinada a ganadería.

Figura 6. Toma de muestras para aforo forrajero.



Fuente: (Autoras, 2019)

Peso promedio de pasto (P.P pastos):

$$P.P \text{ pastos} = \frac{\sum \text{Aforos}}{\text{Total de muestras}}$$

(Ecuación 1.)

Donde:

P.P pastos: kg

Producción total de forraje por Ha (PT):

$$PT = \text{Promedio ponderado} \times \text{Área en m}^2$$

(Ecuación 2.)

Donde

PT: kg/ha

Promedio ponderado: (kg/m²)

Área en m²: 10000 (m²/Ha)

Disponibilidad total de forraje (DTF): Es la cantidad total de pasto que se estima realmente aprovecha el ganado durante el pastoreo, razón por la cual se le debe descontar el desperdicio, al respecto Ceballos (2004) asegura que es de un 50 y 60% en pastoreo rotacional.

$$DTF = PT - 50\%$$

(Ecuación 3.)

Donde

DTF: kg/ha

PT: Producción total de forraje (kg/ha)

Porcentaje de desperdicio: 50%

Peso de unidades gran ganado (UGG): Según Rúa (2010), una unidad gran ganado pesa 450 kg; los bovinos consumen de 10 a 12% de peso vivo por tanto consumen 54 kg/cabeza/día de pasto verde aproximadamente

Peso total del Lote (PTL):

$$PTL = \text{Peso UGG} \times \text{UGG}$$

(Ecuación 4.)

Donde

PTL: kg

UGG: unidad gran ganado

Peso UGG: peso unidad gran ganado (kg)

Consumo de forraje diario (CFD):

$$CFD = \text{Consumo peso vivo} \times \text{UGG}$$

(Ecuación 5.)

Donde

CFD: (kg/día)

CPV: Consumo peso vivo (kg/cabeza/día)

UGG: unidad gran ganado

Periodo de ocupación (PO): este es el tiempo empleado en el pastoreo de un potrero por un número determinado de animales. El resultado aquí obtenido se halló de la siguiente manera:

$$PO = DTF / CFD$$

(Ecuación 6.)

Donde

PO: Periodo de ocupación (Días/Ha)

DTF: Disponibilidad total de forraje (kg/Ha)

CFD: Consumo forraje diario (Kg /día)

Periodo de rotación (PR): Este se tomará en cuenta a partir del número de potreros de la finca, y es el periodo comprendido entre dos pastoreos durante el cual el pasto se deja descansar.

$$PR = PO + PD$$

(Ecuación 7.)

Donde

PR: Días

PD: Período de descanso (días)

PO: Período de ocupación (Días/Ha)

Consumo por rotación (CR):

$$CR = CFD \times PR$$

(Ecuación 8.)

Donde

CR: kg

CFD: Consumo forraje diario (Kg /día)

PR: Período de rotación (días)

Área de pastoreo (AP):

$$AP = CR / DTF$$

(Ecuación 9.)

Donde

AP: Ha

CR: Consumo por rotación (kg)

DTF: Disponibilidad total de forraje (kg/Ha)

Capacidad de carga (C.C): esta hace referencia a la cantidad de individuos que puede soportar un área en particular. Este valor se halla de la siguiente manera:

$$C.C = UGG/AP$$

(Ecuación 10.)

Donde

C.C = UGG/Ha

UGG: Unidades gran ganado

AP: Área de pastoreo (Ha)

- **Toma de muestras laboratorio de suelos**

Se toman en cuenta las siguientes consideraciones de acuerdo a la guía establecida para la toma de muestras de suelo para análisis físicos y químicos de CORPOICA:

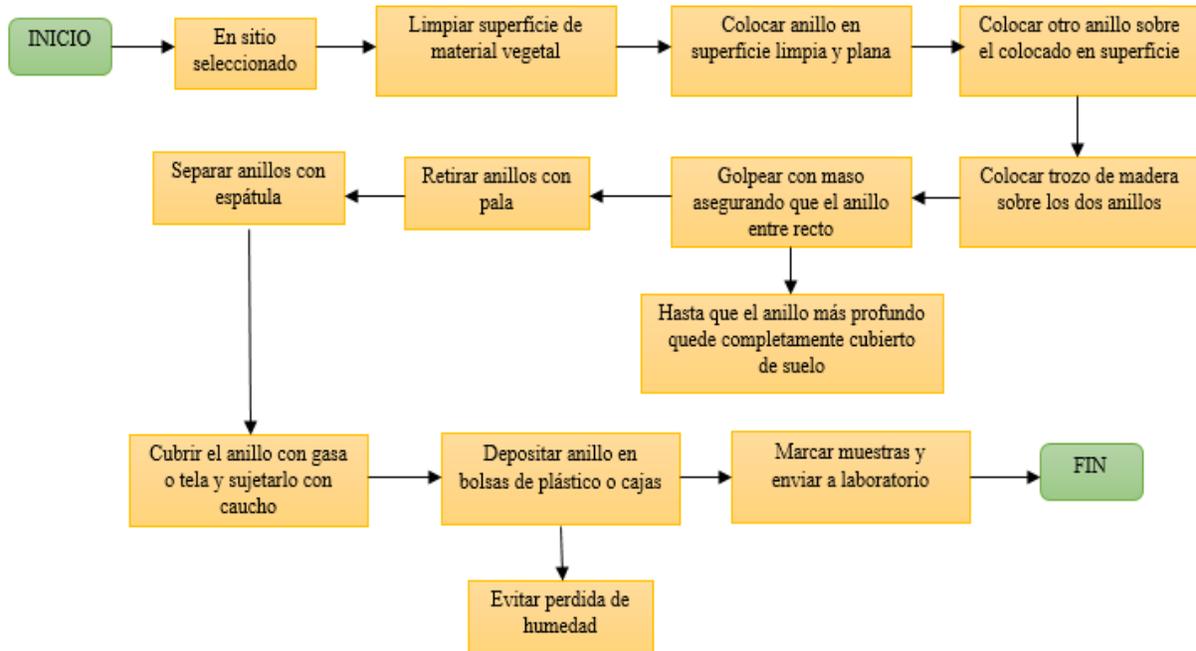
- **Muestras no disturbadas:** estas muestras son necesarias para conocer el estado actual del suelo tal cual como esta en campo sin alteración. Esta muestra se tomarán en cuenta para la densidad aparente y real con ayuda de un anillo de volumen conocido (CORPOICA, s/f).

Proceso:

- ✓ Se selecciona el sitio de preferencia para el análisis (1 o 2 muestras por terreno).

- ✓ Herramientas y materiales: Pala o palin, dos anillos uno con bisel, trozo de madera, mazo de goma, trozo de tela o gaza para envolver la muestra y cauchos.

Figura 7. Proceso para la toma de muestra sin disturbar.



Fuente: Autoras, 2019

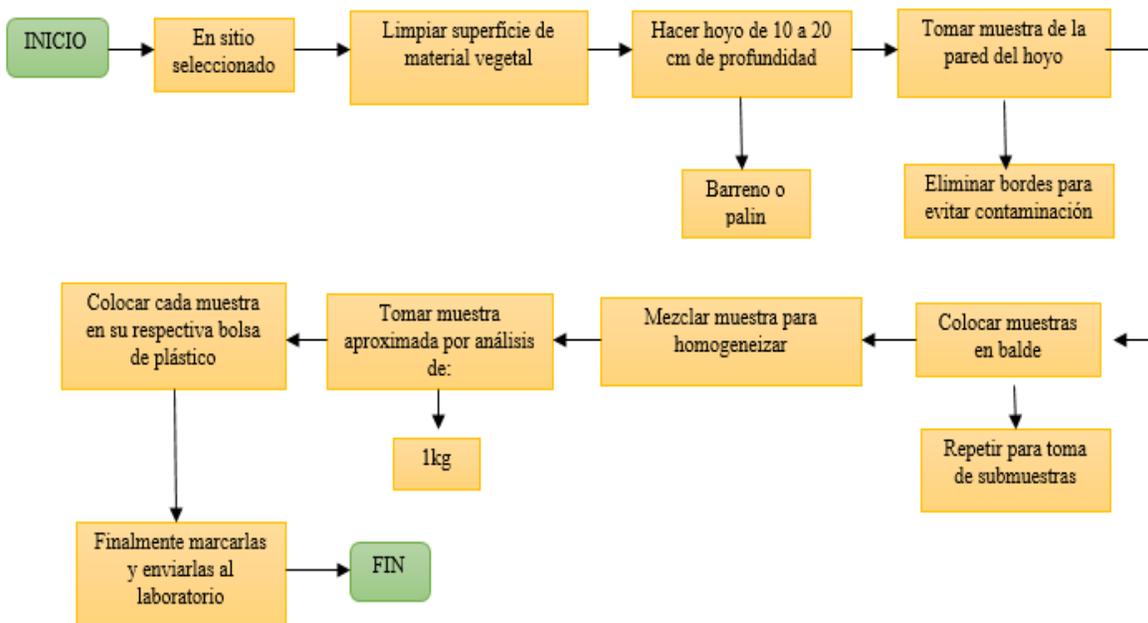
- **Muestras disturbadas:** estas no requieren estar sin alteraciones es decir son tomadas para el análisis de los indicadores pH, materia orgánica, CIC y textura.

Proceso:

- ✓ Se establece un recorrido en forma de X para la toma de submuestras, el número de estas dependerán de la distancia del recorrido.
- ✓ Herramientas y materiales: balde plástico limpio para recolectar y mezclar submuestras, bolsa plástica para empacar muestras, marcador para marcar las

muestras, guantes con el fin de no contaminar la muestra y palin o barreno para la toma de las muestras.

Figura 8. Proceso para la toma de muestra disturbada.

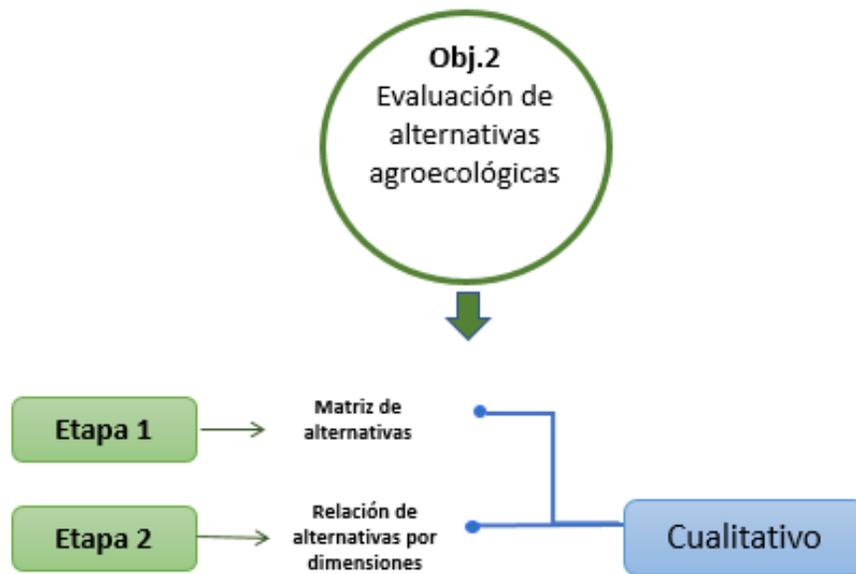


Fuente: Autoras, 2019

8.1.2. *Objetivo Específico 2:* Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.

El desarrollo de este objetivo parte de las problemáticas encontradas en el diagnóstico ambiental, las cuales permiten identificar las alternativas que mejor se adapten teniendo como base los estudios más relevantes expuesto en el estado del arte, para luego relacionarlas con cada dimensión.

Figura 9. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 2.



Fuente: (Autoras, 2019)

La siguiente matriz expone la prioridad de alternativas a partir de su optimización con las variables, para determinar el tiempo en el que se debe desarrollar cada una de estas.

Tabla 4. Modelo para la evaluación de alternativas

Alternativas		Dimensión											Total	Prioridad de alternativas	
		Social				Ecológico				Económico					
		Variables													
		Asistencia técnica	Salud ocupacional	Seguridad alimentaria	Nivel de escolaridad	Suelo	Residuos	Agua	Viento	Forraje	Mano de obra	Insumos			Producción
Sistemas silvo pastoriles	Cercas vivas multiestrato														
	Banco mixto de forraje														
Buenas prácticas ganaderas	Buenas prácticas de almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.														
	Formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad de productos pecuarios														
	Capacitación y divulgación sobre el ahorro y uso eficiente del agua														

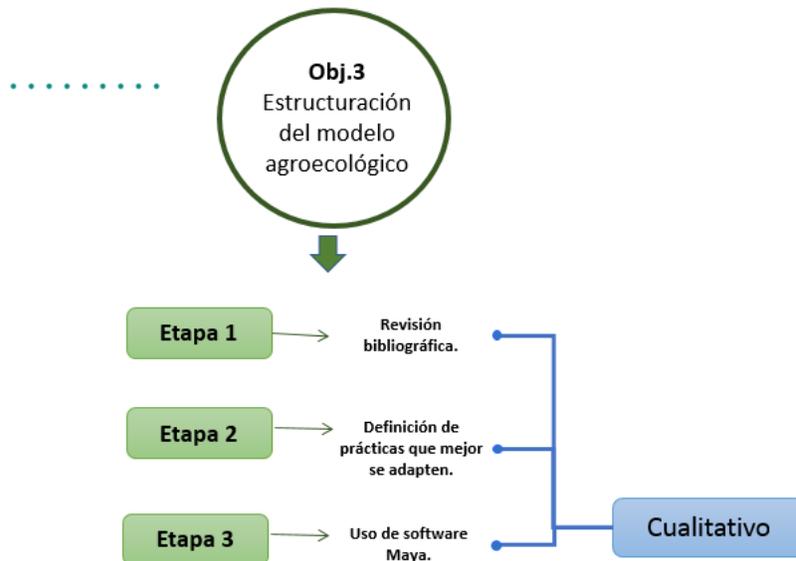
Escala de valoración	
3	Muy óptimo
2	1/2 óptimo
1	No óptimo

Fuente: (Autoras, 2019)

8.1.3. *Objetivo Específico 3:* Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.

En el desarrollo de este objetivo, se lleva a cabo la realización del modelo con ayuda del software Autodesk Maya que integra las alternativas agroecológicas evaluadas en el segundo objetivo y posteriormente se procede a distinguir aquellos aspectos sociales que contribuyen al desarrollo de la propuesta. Además, se resalta los costos de inversión y tiempo de retorno de acuerdo a cada práctica planteada.

Figura 10. Metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 3.

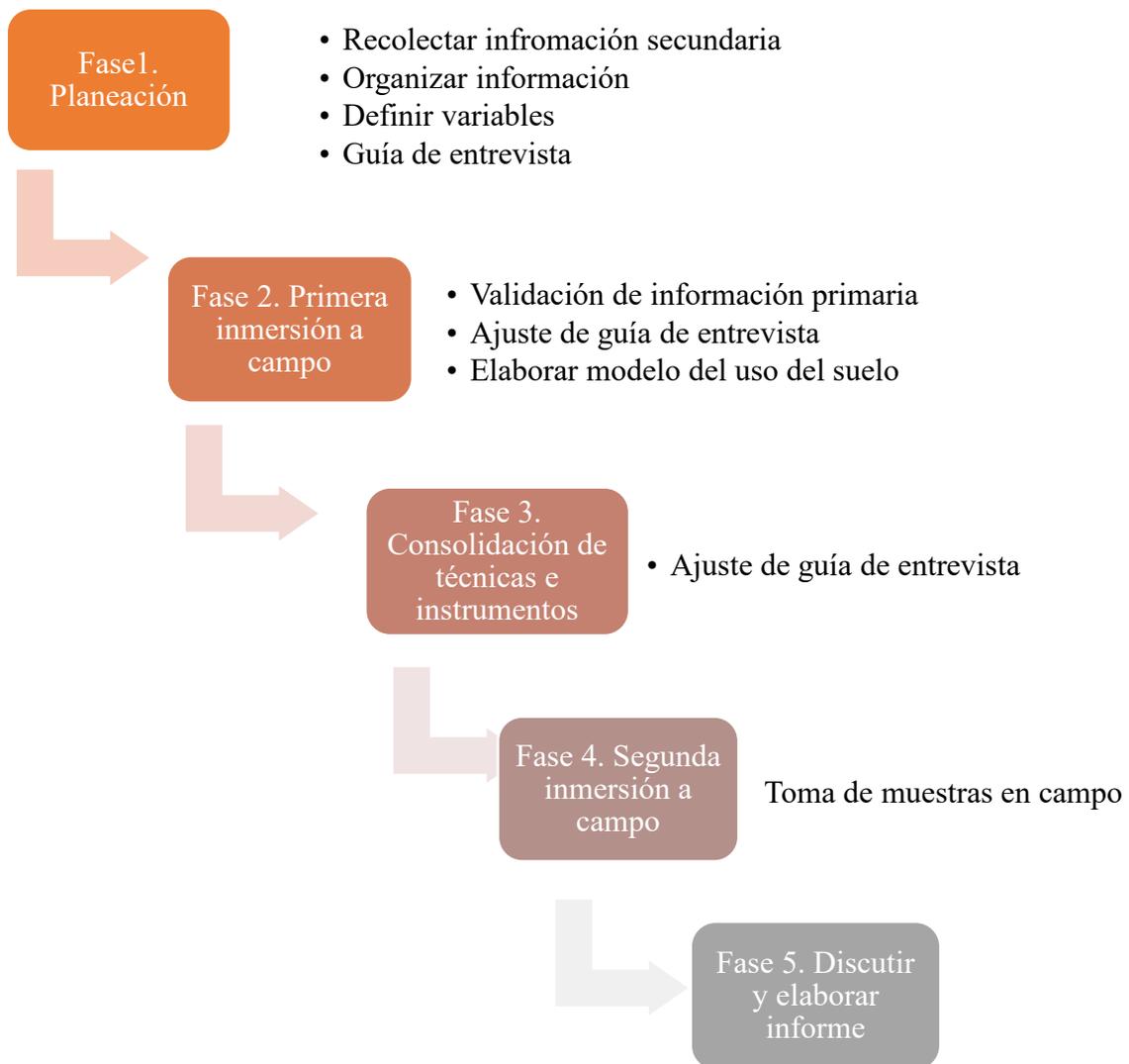


Fuente: (Autoras, 2019)

8.2. Plan de Trabajo

En el siguiente diagrama se muestran los pasos para el desarrollo de la investigación.

Figura 11. Plan de trabajo



Fuente: (Autoras, 2019)

9. Resultados

Para la presentación de los resultados se planificó iniciar con la información general del predio, para luego exponer los resultados correspondientes a cada objetivo específico.

- **Información general del predio y manejo de ganado**

Los entrevistados, José Armando Marín - Administrador y Andrés Alvarado – Propietario aseguran que la Finca Villa Mariela cuenta con 5 fanegadas de las cuales 4.5 están destinadas a la actividad ganadera de tipo de explotación extensiva, con un sistema de producción lechero que se lleva realizando hace 25 años y provee a lácteos El Recreo. Cada entrevistado cumple con ciertas funciones dentro del predio. Por un lado, el administrador realiza el ordeño, mantenimiento de potreros y demás actividades veterinarias y por otro lado el propietario se encarga de comprar los insumos requeridos para la actividad ganadera.

En relación con las condiciones climáticas ambos aseguran que los meses de sequía predominan de diciembre a marzo y los meses de lluvia de marzo a diciembre con presencia permanente de heladas las cuales durante el presente año han sido la principal causa de disminución de disponibilidad de forrajes, lo que altera la producción de leche. Al mismo tiempo la maleza más común en los forrajes es la lengua de vaca que causa alteraciones a las hembras por la aparición de quistes en los ovarios, por tal razón se fumiga con el herbicida TordonTM 101. Hay que mencionar además que existen dos causas que amenazan directa e indirectamente el bienestar de los bovinos, como lo son el Chinche que ataca los forrajes y la mosca domestica que llega a ser muy molesta para el ganado además que puede afectar la producción de leche.

9.1. *Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo de la finca y de la zona de estudio.*

Para el desarrollo de este objetivo se tomaron en cuenta dos inmersiones a campo, la primera permitió realizar una observación directa al estado actual de la finca con el que se realizó un modelo que refleja el uso actual del suelo en cuento a las unidades productivas agrícolas y pecuarias, la ubicación de fuentes de agua y las dimensiones del predio. En la segunda inmersión a campo se tomó en cuenta la participación del administrador y propietario de la finca a quienes se les realizó una entrevista con el fin de conocer el manejo del sistema de producción ganadero actual, estos resultados se presentan a partir de las variables correspondientes a cada dimensión.

9.1.1. *Dimensión Social*

Asistencia técnica: Gracias a la información prestada por parte de la gerencia de desarrollo económico y ambiental de la UMATA (Unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria), se logró evidenciar que ésta presta servicio de extensión a pequeños y medianos productores de todo el Municipio de Cogua con el siguiente contenido: Asistencia veterinaria de prevención y gestión, asistencia en zootecnia, asistencia en la conservación de áreas de manejo ambiental y apoyo al agro (alquiler de maquinaria y mano de obra), siempre y cuando el agricultor lo solicite.

Adicionalmente la Ingeniera Ambiental María Cristina Moreno de la UMATA asegura que actualmente no se desarrollan planes, programas o proyectos relacionados con las buenas prácticas ganaderas, lo que ha ocasionado que varios de los productores que desarrollan actividades agrícolas y pecuarias incurran en sanciones por la ilegalidad en cultivos y captación de agua, y por tal razón durante el presente año se va a iniciar con capacitaciones relacionadas al uso eficiente del recurso hídrico y al manejo adecuado de praderas.

De acuerdo con el propietario y administrador, la finca cuenta con asistentes técnicos particulares que prestan servicio cada 2 a 3 meses o en caso de alguna eventualidad, en chequeo veterinario, inseminación y tratamiento de suelos, por tanto, no se requiere el servicio de la UMATA.

Salud ocupacional: Los propietarios le brindan los EPP (elementos de protección personal) al administrador tales como guantes, tapabocas, overol y botas, sin embargo, hace uso únicamente de ropa de trabajo (Overol) diariamente, asegurando que no es necesaria más protección debido a que son muy pocos los animales, aunque resalta que no ha presentado lesiones o enfermedades relacionadas con la actividad ganadera.

Por otra parte en lo relacionado a las obligaciones del empleador, este paga la afiliación a la ARL del trabajador, pero afirma que no ha prestado capacitación en salud ocupacional, aun así, le reitera al trabajador el uso de los elementos de protección personal, pero afirma que es muy difícil que él se acostumbre a su uso ya que lleva alrededor de 35 años en la labor.

Seguridad alimentaria: Para la producción de leche se emplea el método tecnificado de ordeño el cual se realiza en el horario de 5 am y 5 pm diariamente, con una producción de 140 litros de los cuales el administrador toma 2 litros/día de leche cruda para consumo.

Por otro lado, con respecto a las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción de leche se logró evidenciar que hay un manejo inadecuado en el almacenamiento de insumos ya que existe una única bodega para insumos de aseo, alimentos concentrados, fertilizantes, productos agrícolas e implementos utilizados para la aplicación, poniendo en riesgo la inocuidad del producto, tal como se muestra en las siguientes imágenes.

Figura 12. Almacenamiento de insumos agrícolas



Fuente: (Autoras, 2019)

Nivel de escolaridad: El administrador cuenta con un nivel de escolaridad de básica primaria; sin embargo, ha adquirido la experiencia en el manejo del ganado por diferentes cargos en los que se ha desempeñado en fincas del municipio. Por otra parte el propietario cuenta con nivel superior de educación, facilitándose el entendimiento de los contenidos relacionados a la producción de leche.

9.1.2. Dimensión ecológica

Suelo: Actualmente la finca cuenta con 10 cabezas de ganado (9 de raza Holstein y 1 Simmental), de las cuales 6 se encuentran en producción con un rango de edad de 4 a 5 años y un peso promedio de 450 kg.

Adicionalmente el administrador resalta que se realiza rotación en 8 potreros correspondientes a 2,89 Ha con periodo de ocupación de 4 a 6 días con 10 cabezas de ganado, permitiendo con esto al triangular la información por medio de las ecuaciones mostradas anteriormente, que la

disponibilidad total de forraje (DTF) de 2990 kg/Ha, no es suficiente para abastecer las 10 UGG /Ha, que tienen un consumo por rotación de hectárea (CR) de 12960 kg, obteniendo así, que se requiere un área en pastoreo (AP) de 4,33 Ha, es decir, ampliar el área en pastos de la finca en 1.44 Ha con una capacidad de carga (C.C) de 2 UGG/Ha (Ver ecuación 1 a 10).

Con respecto al análisis biológico y fisicoquímico del suelo se obtienen los siguientes resultados, soportados por los anexos 3 y 4.

Tabla 5. Resultados biológicos y fisicoquímicos de acuerdo a Agrosavia

Aspecto	Indicador	Resultado	Interpretación
Características Biológicas	Materia orgánica (M.O)	8.15 g/100g	Media
Características químicas	Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	26.56 cmol(+)/kg	Alto
	pH	6.68	Neutro
Característica física	Textura	Arcilla (Ar) 25.42%	Franco
		Limo (L) 33.96%	
		Arena (A) 40.62%	
	Densidad aparente	0.89 gr/cc	-
	Densidad real	2.38	

Fuente: (Autoras, 2019)

Residuos peligrosos: La finca cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos por parte de La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá E.S.P, en donde son dispuestos todos residuos generados en el predio, es decir sólidos (domésticos) y peligrosos (recipientes de medicamentos, corto punzantes y agroquímicos), aproximadamente 2 kg/mes. Adicionalmente no cuentan con servicio de recolección especial para los residuos de origen biológico y biosanitario.

Por un lado, cabe agregar que no se les da un aprovechamiento a las excretas de bovinos, estos son dejados en los potreros ocasionando mogotes¹, los cuales promueven la proliferación de vectores, emisión de gases de efecto invernadero, contaminación al suelo y contaminación por infiltración.

Por otro lado, en una única ocasión hubo muerte de un bovino el cual fue enterrado en el mismo predio, es decir, aún se desconoce la correcta disposición final de estos residuos clasificados como anatomopatológicos.²

Agua: La fuente de abastecimiento de agua para la finca son 4 nacederos y un aljibe de $2m^2$ para una capacidad de $60 m^3$ de agua. Cabe resaltar que no poseen de concesión de agua superficial y agua subterránea, sin embargo, se hace uso en las actividades de:

- Lavado de equipos: 15 litros /día.
- Consumo bovino: 500 litros utilizando un bebedero el cual es llenado 3 veces al día.
- Riego: 3.258 litros por dos horas/día en época seca (diciembre a marzo).

En este sentido, al no hacer uso de agua de acueducto, en la finca no se está generando ningún costo en las actividades mencionadas.

Viento: Aseguran que no hay una dirección del viento frecuente por tanto se utilizó la plataforma de consulta y descarga de datos hidrometeorológicos del IDEAM donde se encuentra predominancia de vientos promedio anuales que vienen desde el Sur – Este (139°) y una

¹ Mogotes: Parches de pasto de mayor crecimiento que se forman por las excretas de los bovinos. Observación directa por parte de autores.

² Anatomopatológico: Son los provenientes de restos humanos, muestras para análisis, incluyendo biopsias, tejidos orgánicos amputados, partes y fluidos corporales, que se remueven durante necropsias, cirugías u otros procedimientos, tales como placentas, restos de exhumaciones entre otros. (Universidad Industrial de Santander, s.f)

velocidad del viento promedio anual de $0.612 \frac{m}{s}$ para el periodo (01/Enero/2018 – 31/Diciembre/2018).

Forrajes: en las siguientes tablas se muestran las especies de forrajes (gramíneas), árboles, y plantas arvenses presentes en el predio, esta información se obtuvo por medio de las entrevistas y observación directa con el fin de realizar el modelo del estado actual del uso del suelo.

- **Cobertura vegetal**

Tabla 6. Identificación de especies forrajeras en la finca

Nombre común	Nombre científico	Área (Ha) o %	Registro fotográfico
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	2,89 Ha	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Ray grass	<i>Lolium perenne</i>	2,89 Ha	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Fuente: (Autoras, 2019)

Especies forestales

Tabla 7. Identificación de especies forestales

Nombre Común	Nombre científico	Número de ejemplares	Registro fotográfico
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	7	 <p data-bbox="987 1024 1219 1052">Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Mimosa plateada	<i>Acacia dealbata</i>	10	 <p data-bbox="987 1472 1219 1499">Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Nombre Común	Nombre científico	Número de ejemplares	Registro fotográfico
Caqui de Virginia	<i>Diospyros virginiana</i>	3	 <p data-bbox="987 856 1219 888">Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Pino de llorón	<i>Pinus Wallichiana</i>	2	 <p data-bbox="987 1367 1219 1398">Fuente: (Autoras, 2019)</p>
Tuyas	<i>Thuja occidentalis</i>	102	 <p data-bbox="987 1877 1219 1908">Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Nombre Común	Nombre científico	Número de ejemplares	Registro fotográfico
--------------	-------------------	----------------------	----------------------

Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	1	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>
-----------	----------------------------	---	---

Fuente: (Autoras, 2019)

Plantas Arvenses

Tabla 8. Identificación de especies arvenses

Nombre común	Nombre Científico	%	Registro fotográfico
Legua de vaca	<i>Rumex crispus</i>	40	 <p>Fuente: (Autoras, 2019)</p>

Fuente: (Autoras, 2019)

En la tabla 6 se pudo evidenciar que hubo una selección de gramíneas mejoradas, es decir, se introdujo una mezcla de especies como Raygrass y Kikuyo con el fin de optimizar la producción de acuerdo a las características del terreno y a las necesidades nutricionales de los vacunos.

Hay que mencionar, además, que en relación a la tabla 7, todos los árboles presentes en el predio son introducidos, sin embargo hay un desconocimiento por parte del propietario acerca de los beneficios de las especies, como por ejemplo, el Sauco (*Sambucus nigra*) el cual sirve como alimento para el ganado aportando entre un 12 a 14% de proteína al igual con las demás especies que cumplen su función como barreras rompe viento, especialmente la Tuya (*Thuja occidentalis*) que es podada cada dos meses con fin ornamental.

Por último, la especie lengua de vaca (*Rumex crispus*) con un 40% indica que se debe realizar un control permanente para evitar el riesgo en la salud de los bovinos tal como se mencionó anteriormente.

Modelo uso del suelo

El siguiente modelo espacializa el estado actual de las unidades productivas en la finca, siendo base fundamental para la identificación de alternativas agroecológicas que mejor se adapten al predio.

Figura 12. Modelo uso de suelo



MODELO DEL USO ACTUAL DEL SUELO



Escala 1:10

USO DEL SUELO	LEYENDA
Fuentes hídricas (límita con el predio)	
Pastos en buen estado	
Pastos en mal estado	
Infraestructura	
Especies introducidas	
Sistema vial	
Cerca perimetral (polisombra)	

Fuente: (Autoras, 2019)

9.1.3. Dimensión Económica

Costo de sistema convencional

Tabla 9. Costo de sistema convencional

Sistema convencional				
Costos de inversión	Unidad	Valor unidad/mes	Cantidad	Total /año
1.Mano de obra				
Zootecnista	Unidad	\$ 83,356	4	\$ 333,424
Jornal	Unidad	\$ 828,116	12	\$ 9.937,392
<i>Subtotal mano de obra</i>				\$ 10.270,816
2.Insumos				
Plaguicidas	lt	\$ 150,000	12	\$ 1.800,000
Fertilizantes	kg	\$ 250,000	12	\$ 3.000,000
2.2 Semillas				
Kikuyo	kg	\$ 100,000	12	\$ 1.200,000
Raygrass	kg	\$ 273,000	12	\$ 3.276,000
2.3 Suplemento alimenticio				
Concentrado	40kg	\$ 2.600,000	12	\$ 31.200,000
<i>Subtotal insumos</i>				\$ 40.476,000
Total				\$ 50.746,82

Fuente: (Autoras, 2019)

De la estructura de costos, la que requiere una mayor inversión es la variable de concentrado ya que mensualmente se requiere de \$2'600.000/mes para el alimento de 10 cabezas de ganado, consumiendo mensualmente 12 bultos cada uno de 40 kg para una inversión total de

\$31'200.000. Así mismo, la variable que posee el menor costo, es de servicios, debido a que es agua cruda, es decir sin tratamiento y por tanto no genera precios altos en su inversión.

Producción sistema convencional

Tabla 10. Producción sistema convencional

Producción de leche						
Número de bovinos en producción	lt/vaca*día	Total de lt/día	Valor lt (Cogua)	Valor lt/día	Valor total/mes	Valor total/año
6	24	144	\$ 1,000	\$ 144,000	\$ 4.320,000	\$ 51.840,000

Fuente: (Autoras, 2019)

La producción de leche en la finca se viene desarrollando con 6 vacas las cuales generan 24 litros /vaca y para total de 140 litros/6vacas los cuales se venden a \$1000 que es el precio estipulado de costo por litro de leche en el Municipio de Cogua obteniendo una ganancia de \$4'200.000/mes y un total de \$50'400.00/año.

9.2. *Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.*

El desarrollo de este objetivo inicia con la evaluación de alternativas de las cuales se da una descripción general y se relaciona su importancia de acuerdo a cada dimensión (social, ecológica y económica).

Para la evaluación de alternativas se deben tomar en cuenta no solamente prácticas ecológicas sino además socioculturales que aporten a la transformación del sistema convencional del estudio de caso , por lo cual se toman en cuenta las líneas de apoyo del proyecto ganadería colombiana sostenible, donde se evalúa por un lado los sistemas silvopastoriles y por el otro las Buenas

Prácticas Ganaderas (BPG,) de acuerdo a las variables identificadas en la metodología (ver tabla 4) y los impactos sociales, ecológicos y económicos analizados anteriormente. Finalmente la identificación de las fases de definen de acuerdo a la priorización de alternativas.

Tabla 11. Evaluación de alternativas para el sistema de producción ganadero lechero del estudio de caso

Alternativas		Dimensión											Total	Prioridad de alternativas	
		Social				Ecológico				Económico					
		Variables													
		Asistencia técnica	Salud ocupacional	Seguridad alimentaria	Nivel de escolaridad	Suelo	Residuos	Agua	Viento	Forraje	Mano de obra	Insumos			Producción
Sistemas silvopastoriles	Cercas vivas multiestrato	3	1	2	2	3	1	3	3	3	3	3	3	30	1
	Banco mixto de forraje	3	1	1	2	3	1	3	1	3	3	3	3	27	2
Buenas prácticas ganaderas	Buenas prácticas de almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.	3	3	3	2	1	3	1	1	1	2	1	1	22	5
	Formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad de productos pecuarios	3	3	3	2	3	1	3	1	3	2	1	1	26	3
	Capacitación y divulgación sobre el ahorro y uso eficiente del agua	3	1	1	2	3	1	3	1	3	2	1	3	24	4

Fases	
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	

Fuente: (Autoras, 2019)

De acuerdo a la tabla anterior se logra evidenciar que el orden de priorización corresponde a la línea de apoyo de sistemas silvopastoriles, con la alternativa de cercas vivas multiestrato y banco mixto de forrajes siendo las más aptas a las condiciones actuales de la finca, es decir corresponde la primera prioridad. En segundo orden de prioridad se encuentra las alternativas de capacitación en salud ocupacional e inocuidad de productos pecuarios y acerca del ahorro y uso eficiente del agua. Finalmente la tercera prioridad corresponde a las buenas prácticas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.

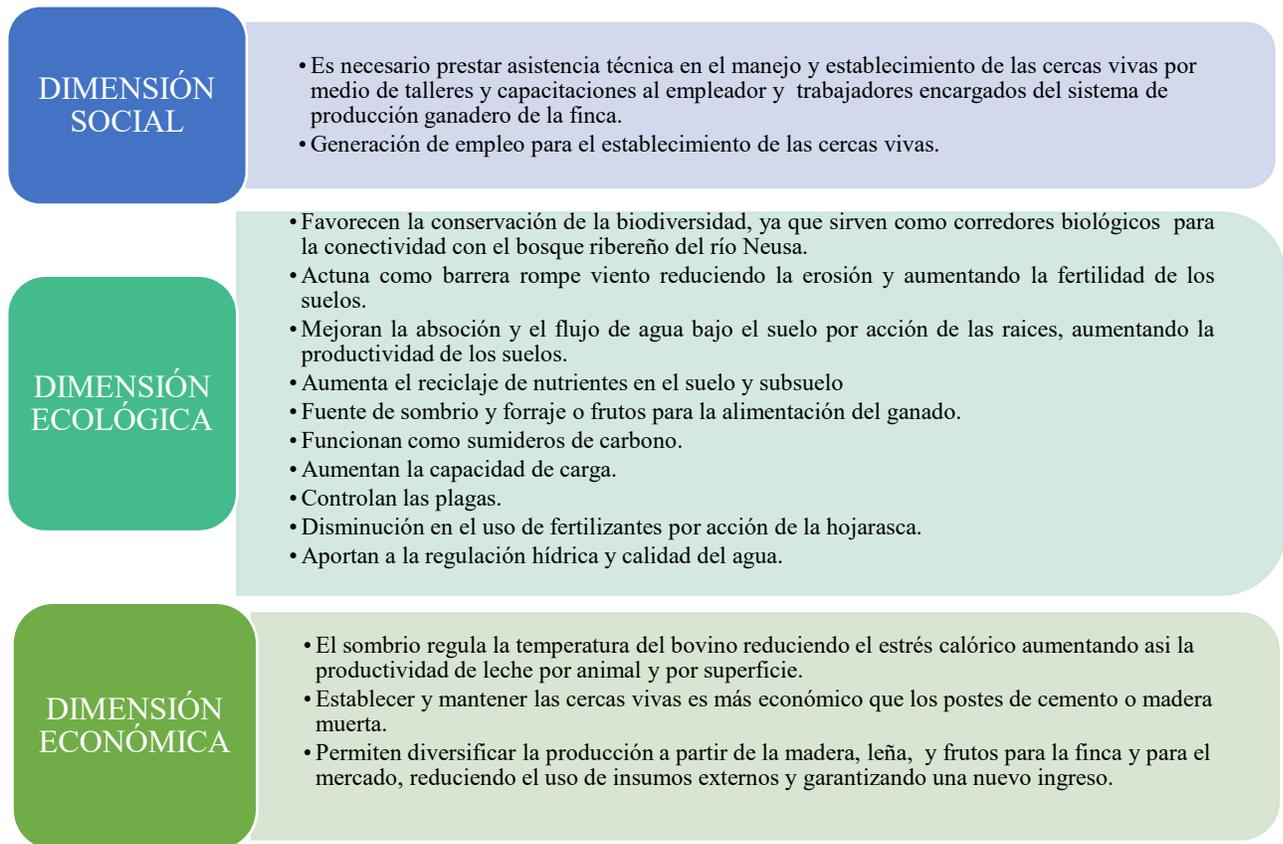
9.2.1. Sistemas silvopastoriles

De acuerdo con el “Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible” (2016), son sistemas de producción ganadera que asocian los pastos con una fuerte presencia de árboles y arbustos que con un adecuado manejo permiten una ganadería altamente eficiente y rentable en la producción ganadera pero que además conserva los recursos naturales con el propósito de recrear el ecosistema selvático hasta donde sea posible.

- **Cercas vivas multiestrato**

Son estructuras lineales para dividir los lotes o para demarcar el perímetro de la finca en las que se utilizan árboles y arbustos de diferentes tamaños como soporte para las cuerdas de alambre en cambio del uso de cercas muertas de madera, cemento, metal o plástico (Zapata & Silva, 2016).

Figura 13. Ventajas de cercas vivas multiestrato de acuerdo a las dimensiones

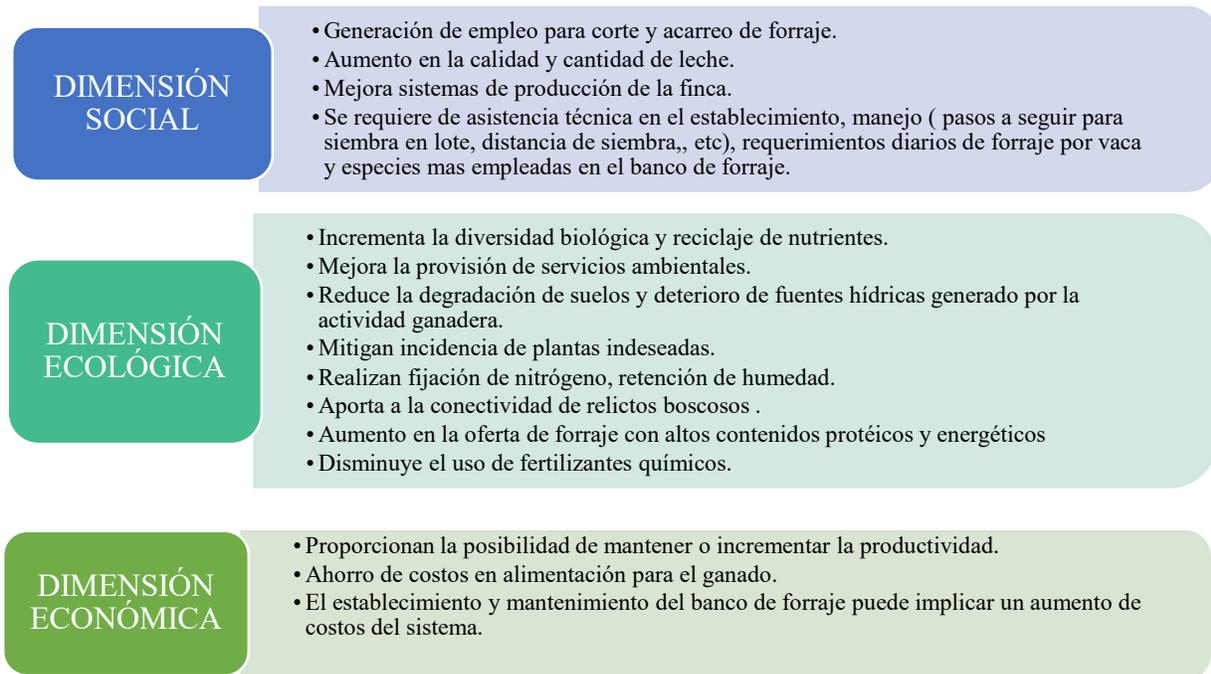


(Zapata & Silva, 2016)

- **Bancos mixtos de forraje**

Son cultivos 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 del ganado (Zapata et al., 2016). Estos forrajes funcionan como reserva de alimento en épocas críticas como lo son los meses de sequía. Además se asocian especies para el consumo humano como frutales.

Figura 14. Descripción de bancos mixtos de forraje de acuerdo a las dimensiones.



(Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011)

9.2.2. Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)

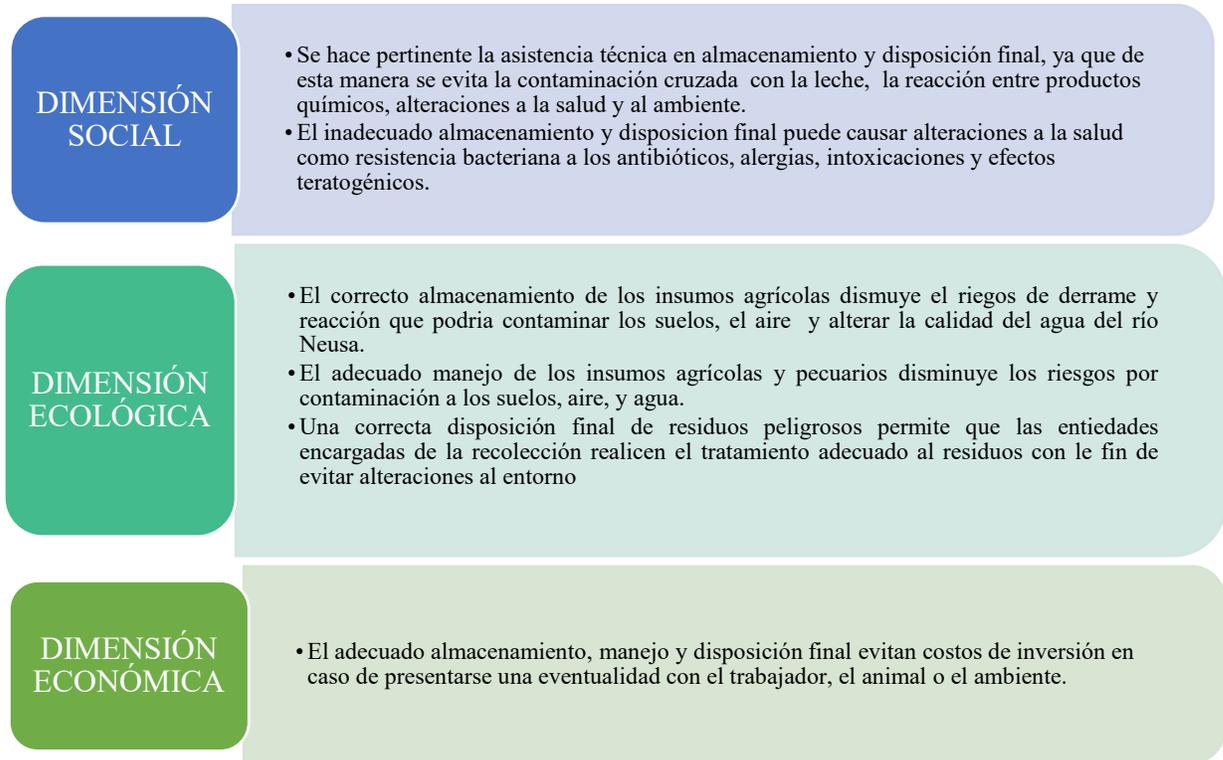
De acuerdo con el Manual de 3 de BPG de FEDEGAN (2011; Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011) , estas normas presentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción de leche y carne bovina de acuerdo con el plan de saneamiento, requisitos de almacenamiento de insumos pecuarios y agrícolas, sanidad animal y bioseguridad, trazabilidad, buenas prácticas para alimentación animal, ordeño y seguridad personal. Adicionalmente este manual muestra alternativas para la gestión del recurso hídrico de acuerdo con las políticas al uso de agua.

- **Buenas prácticas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.**

El predio debe contar con áreas independientes para el almacenamiento de medicamentos, alimentos, plaguicidas, fertilizantes, herramientas y equipos. Estas áreas deben tener separación física con el fin de minimizar el riesgo de contaminación cruzada, deben permanecer cerradas bajo llave, con buena ventilación, evitar la entrada de animales e insectos y estar identificadas en forma visible (Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011).

Adicionalmente los residuos veterinarios y contaminantes químicos deben disponerse adecuadamente según el CONPES 3676 del 19 de julio de 2010 con el fin de evitar riesgos a la salud del ambiente, del ser humano y del animal.

Figura 15. Descripción de buenas prácticas ganaderas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas de acuerdo a las dimensiones.

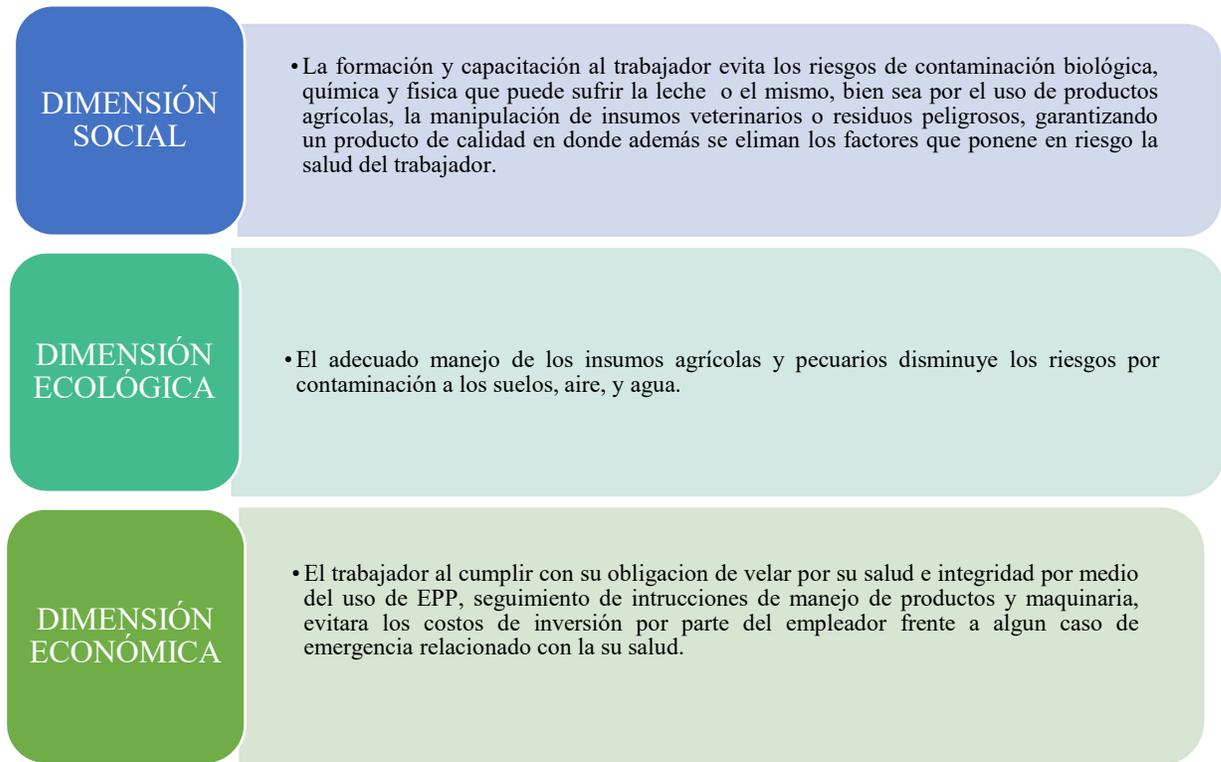


(Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011)

- **Formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad en productos pecuarios**

Las capacitaciones y entrenamiento al personal se deben hacer en forma continua con el fin de preservar la salud de las personas, los animales y obtener un producto lácteo inocuo para el consumo humano, en el que además se debe llevar un registro detallado de los temas y el personal capacitado (Uribe et al., 2011).

Figura 16. Descripción de formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad en productos pecuarios de acuerdo a las dimensiones



(Uribe, Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011)

- **Capacitación y divulgación sobre ahorro y uso eficiente del recurso hídrico.**

“La capacitación de los empleados es aquella información, aprendizaje básico que se le da al personal de una empresa para complementar los conocimientos y formación que ha llevado y así poder desempeñar su labor dentro de ella” (Vélez, 2017)

Figura 17. Descripción de capacitación y divulgación sobre ahorro y uso eficiente del recurso hídrico de acuerdo a las dimensiones.



(Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011)

9.3. *Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.*

El desarrollo de este objetivo se lleva a cabo a partir de las fases obtenidas de la priorización de alternativas en el objetivo específico 2, a fin de estructura el modelo ecológico junto con las alternativas sociales para consolidar así la propuesta agroecológica. De igual forma se establecerán los plazos para la puesta en marcha de la propuesta de acuerdo lo estipulado por el propietario.

Figura 18. Consolidación de plazos de alternativas con los propietarios.



Fuente: (Autoras, 2019).

Fase 1

Puesta en práctica

Cronograma: Mediano plazo; de acuerdo con los propietarios esta fase se consolida en un periodo de seis meses, iniciando en julio y culminando en diciembre del presente año.

Responsables: Ingeniero agrónomo y dos jornaleros.

9.3.1. Cercas Vivas Multiestrato

Objetivo: Garantizar la disponibilidad de forraje durante todo el año a partir de la mitigación de los impactos producidos por las condiciones climatológicas adversas.

Potencialidades:

- Aumento en la producción de leche y disminución en la compra de insumos externos.

- Aumento en la biodiversidad
- Pastos fértiles durante todo el año

Posibles limitantes:

- Falta de recursos financieros para la inversión inicial y mantenimiento.
- Condiciones climáticas críticas que impidan el crecimiento de las especies.
- Presencia de plagas que limitan el crecimiento de la planta.

Especies para el establecimiento de la cerca viva

Tabla 12. Especies para establecimiento de cerca viva.

Especie	Beneficios	Imagen
<p><i>Aliso (Alnus acuminata)</i></p>	<p>Árbol con gran capacidad de fijar nitrógeno en el suelo.</p> <p>Tienen un desarrollo precoz que permite su rápido crecimiento, alcanzando hasta los 20 m de altura.</p> <p>Sus frutos y hojas pueden ser consumidos por el ganado.</p>	 <p><i>Fuente: (Betancour, Muñoz & Díaz, 2008)</i></p>

<p>Roble andino <i>(Quercus humboldtii)</i></p>	<p>Se promueve su plantación ya que es una de las especies más amenazadas por la deforestación.</p> <p>Provee sombra a los bovinos y es valioso para la fauna de la zona, además llega a medir hasta 40 m de altura.</p>	 <p><i>Fuente:</i> (Betancour, Muñoz & Díaz, 2008)</p>
<p>Sauco <i>(Sambucus peruaviana)</i></p>	<p>Contiene de un 12 a 14 % de proteína.</p> <p>Alcanza los 2 m con flores blancas y ramas cortas que permiten el ramoneo por bovinos.</p>	 <p><i>Fuente:</i> (Betancour, Muñoz & Díaz, 2008)</p>
<p>Acacia negra <i>(Acacia decurrens Willd)</i></p>	<p>Ofrece un contenido de materia seca o fracción comestible entre 784 y 2223 gramos por árbol.</p> <p>Aporta 16,3% de proteína con una 47,8% de digestibilidad.</p> <p>Presenta buenos parámetros nutricionales y mejora la estructura del suelo que se manifiesta con una buena aireación</p>	 <p><i>Fuente:</i> (Betancour, Muñoz & Díaz, 2008)</p>

	Alcanza hasta los 30 m de altura.	
--	-----------------------------------	--

Fuente: (Autoras, 2019)

Consideraciones del establecimiento

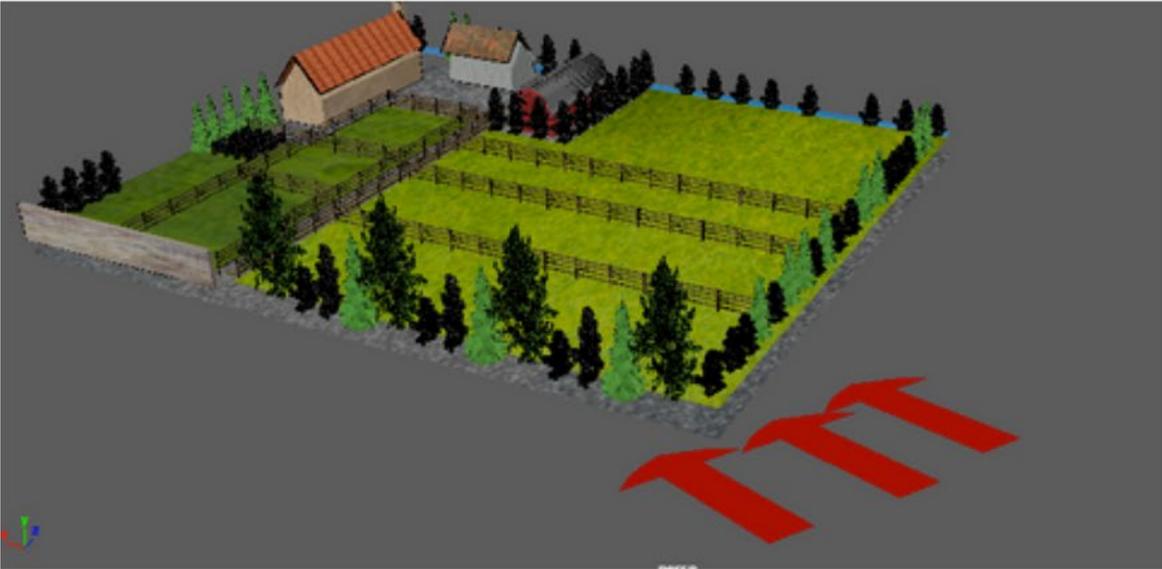
- **Las barreras rompe viento perimetrales**

Orientación: Las barreras deben orientarse perpendicularmente a la dirección del viento (Sur-Este), por tanto se propone establecer las cercas en el área perimetral de la finca que corresponden al costado Sur y Este de la finca.

Figura 19. Modelo agroecológico con la respectiva dirección del viento



DIRECCIÓN DEL VIENTO



Escala 1:10

USO DEL SUELO	LEYENDA
Fuentes hídricas (límite con el predio)	
Pastos en buen estado	
Pastos en mal estado	
Infraestructura	
Cerca viva multiestrato	
Banco de Forraje	
Sistema vial	
Dirección del viento	

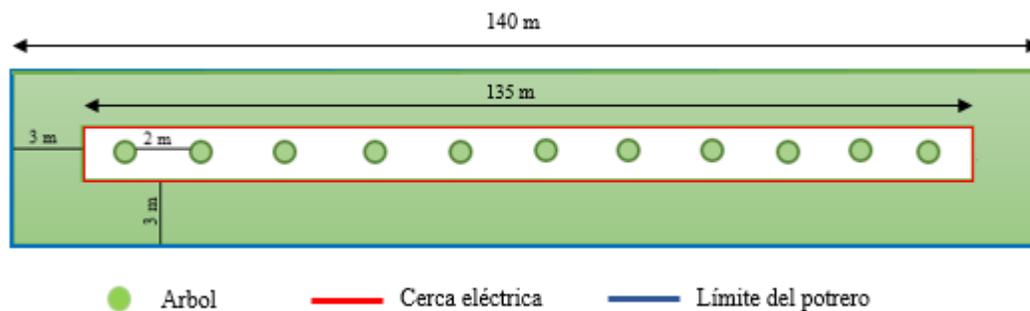
Fuente: (Autoras, 2019)

Altura: Se establecen especies arbóreas multiestrato en ambos costados de la finca de manera que las de mayor altura (Acacia negra y Roble Andino) sean complementadas con las de menor altura (Sauco y Aliso).

Densidad: la barrera debe tener de un 50 a un 60% de densidad con el fin de evitar espaciamientos entre los árboles que permitan infiltración de las corrientes de viento.

Separación entre franjas y árboles: Dado a que en el modelo se proponen dos franjas perimetrales estas no tienen especificaciones en su separación, sin embargo, se deben respetar la separación entre el límite del potrero (3m) y el establecimiento de cercas para protección inicial de los árboles, de igual forma, estos árboles debe estar a una distancia de 2 m entre sí (Zapata & Silva, 2016).

Figura 20. Esquema de separación entre árboles y límite de potreros (Costado sur del área perimetral de la finca).



Fuente: (Autoras, 2019)

Número de especies arbóreas:

De acuerdo a las dimensiones del predio se obtuvo lo siguiente:

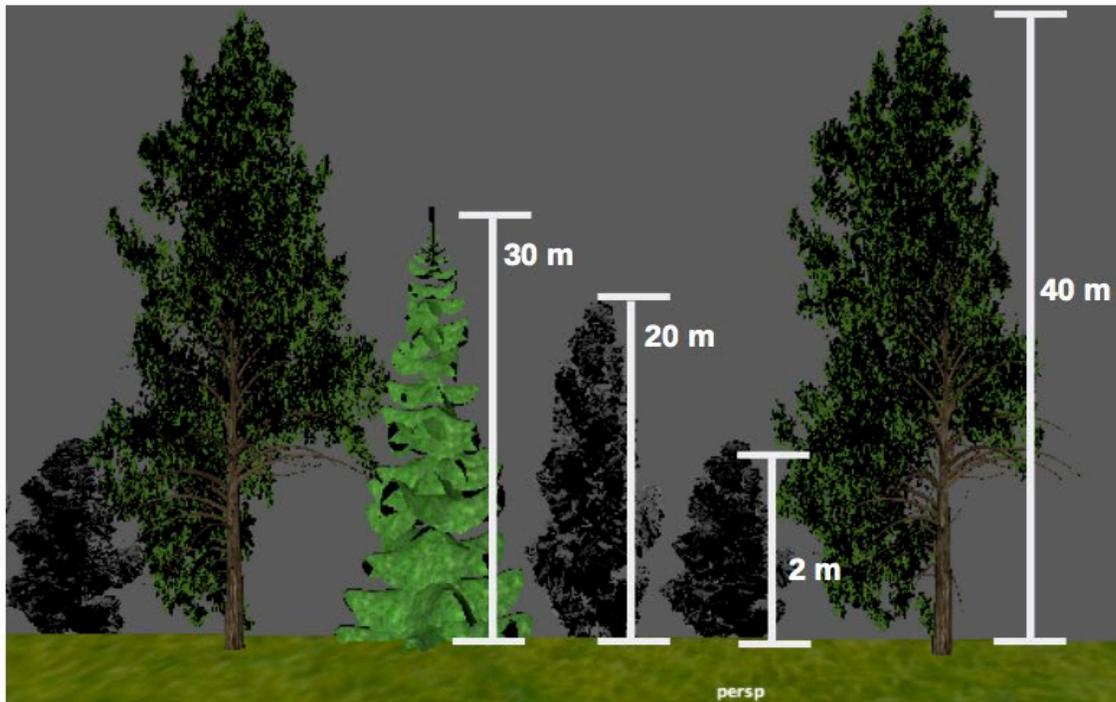
- Costado Sur del área perimetral: 67 especies arbóreas (17 Robles, 17 Saucos, 17 Alisos y 16 Acacias) en 135 metros lineales.

- Costado Este del área perimetral: 53 especies arbóreas (13 ejemplares de cada especie) en 105 metros lineales (teniendo en cuenta que en este costado hay 65 metros lineales cubiertos actualmente por diferentes especies arbóreas).

Se sugiere que la compra de estas especies se haga en el vivero San Antonio en la dirección, carrera 4 No. 2-01 en el municipio de Cogua, en donde se encuentran disponibles todas las especies arbóreas, además de ser el vivero más cercano a la finca.

Figura 21. Altura entre árboles

ALTURA ENTRE ARBOLES



Especie	Altura (m)
Roble andino	40
Acacia negra	30
Aliso	20
Sauco	2

Fuente: (Autoras, 2019)

Adicional a esto para la protección de los árboles durante el inicio de su crecimiento se deben rodear con cerca eléctrica hasta que alcancen una altura de 2 m aproximadamente evitando que los animales se alimenten de estos o los aplasten.

Preparación del terreno: Una adecuada preparación del terreno es fundamental para la supervivencia y el buen desarrollo de las plantas. Al preparar o cultivar el suelo, se está ayudando a eliminar la competencia de las malezas y mullir³ el suelo, para que el sistema radicular de las plantas pueda profundizar y desarrollarse rápidamente, poniendo a disposición de la planta el agua los nutrientes (CORPOBOYACA, 2016).

9.3.2. Banco Mixto de Forraje

Objetivo: Producir por unidad de área una gran cantidad de alimento con altos niveles proteicos y energéticos como complemento en la dieta de los bovinos.

Potencialidades:

- Aumento en la producción de leche por el aumento en forraje y mejor en el valor nutritivo.
- Favorece al control biológico de plagas
- Disponibilidad de alimento durante todo el año
- Rentabilidad para la familia productora por aprovechamiento de subproductos

Posibles limitantes

- Falta de recursos financieros para la inversión inicial y mantenimiento.
- Condiciones climáticas adversas que impidan el crecimiento de las especies.

³ Mullir: Se realiza con el fin de que las raíces puedan penetrar en el terreno en busca de alimento (Curró & Gagliano, 2017)

Especies para el establecimiento del banco mixto de forraje

A continuación se presentan especies forrajeras las cuales brindan a los animales los nutrientes esenciales para la producción efectiva y nutrición.

Tabla 13. Especies forrajeras

ESPECIE	BENEFICIOS	IMAGEN
<p>kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)</p>	<p>Aporta más proteína que la requerida por los animales a lo largo del periodo productivo.</p> <p>Poseer altos contenidos de nitrógeno.</p>	 <p>Fuente: (CORPOCHIVOR Y F.C.A Y MADS, 2009)</p>
<p>Morera (<i>Morus alba L</i>)</p>	<p>Se destaca su alto contenido de proteína y de energía.</p> <p>Los valores de ganancia de peso vivo y de producción de leche son similares a los obtenidos con la utilización de concentrados importados.</p> <p>Posee una digestibilidad de la MS superior al 80%.</p>	 <p>Fuente: (CORPOCHIVOR Y F.C.A Y MADS, 2009)</p>

ESPECIE	BENEFICIOS	IMAGEN
Tilo (<i>Sambucus peruviana</i>)	Aumenta la productividad por calidad nutricional. Resistente a heladas.	 <p>Fuente: (CORPOCHIVOR Y F.C.A Y MADS, 2009)</p>

Fuente: (Autoras, 2019)

Consideraciones del establecimiento

Se deben tener en cuenta las consideraciones de Franco (2005) para llevar a cabo un cultivo forrajero óptimo según condiciones que presente el terreno.

Aspectos de localización: El banco mixto de forraje (BMF) debe ubicarse cerca de los potreros donde se tengan los bovinos para evitar el transporte hasta el lugar donde se encuentran.

Análisis de suelos: Se deben tener en cuenta que sean suelos aptos con buen drenaje, para evitar inundaciones.

Lote: Se debe elegir un sitio en donde se tengan posibilidades de riego, pero que no tenga riesgo de inundación ni sombra.

Cercas: Es importante que este lote se encuentra cercado para evitar el paso de animales.

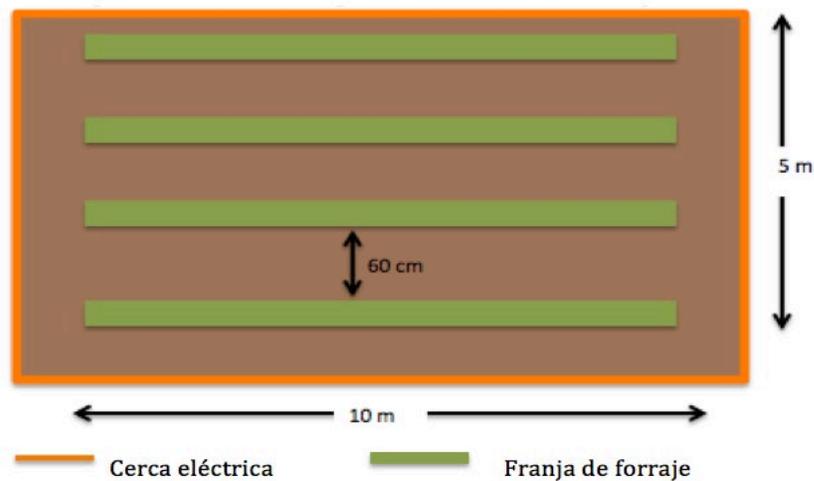
Selección de especies: Las especies son parte clave, por tanto la altitud debe ser un punto a tener en cuenta al momento de elegir el forraje. Por tanto la tabla # presenta aquellas que resultan ser específicas teniendo en cuenta que la altitud de la finca es de 2.610 m.s.n.m

Distancia de siembra: Cuando se siembran leguminosas con gramíneas se pueden utilizar patrones tales como 1:1(surco de gramínea por uno de leguminosas) ó 2:2 (dos de gramínea por dos de leguminosa), etc. El ancho de la siembra debe ser de 5 metros para tener 50% de cada especie y 10 de largo.

Para la distancia entre forraje se recomienda de 60 a 80 cm entre surco ó 40 a 50 cm conservando siempre un espacio.

Profundidad de la siembra: Las semillas se esparcen sobre el suelo enterradas no más de 2 a 3 veces su tamaño.

Figura 22. Consideraciones para la siembra de banco de forraje



Fuente: (Autoras, 2019)

- Presupuesto fase 1

Tabla 14. Presupuesto fase 1

Sistemas silvopastoriles				
Costos de establecimiento	Unidad	Valor unidad	Cantidad	Total
1.Mano de obra				
Ingeniero agrónomo	Unidad	\$ 59,387	8	\$ 475,096
Jornal	Unidad	\$ 828,116	12	\$ 9.937,392
<i>Subtotal mano de obra</i>				\$ 10.412,488
2.Insumos				
2.1 Plantulas cercas vivas				
Roble andino	Unidad	\$ 3,000	30	\$ 90,000
Acacia negra	Unidad	\$ 3,000	29	\$ 87,000
Sauco	Unidad	\$ 3,000	30	\$ 90,000
Aliso	Unidad	\$ 3,000	30	\$ 90,000
2.2 Semillas				
Kikuyo	kg	\$ 100,000	1	\$ 100,000
Tilo	kg	\$ 9,686	1	\$ 9,686
Morena	kg	\$ 120,000	1	\$ 120,000
2.3 Fertilizantes				
Urea	1	\$ 95,000	1	\$ 95,000
<i>Subtotal insumos</i>				\$ 681,686
3.Herramientas y materiales				
Palín	Unidad	\$ 9,700	2	\$ 9,700

Sistemas silvopastoriles				
Costos de establecimiento	Unidad	Valor unidad	Cantidad	Total
Machete	Unidad	\$ 9,500	2	\$ 9,500
3.1 Cerca eléctrica				
Alambre liso	metros	\$ 4,125	317	\$ 1.307,625
Aisladores	Unidad	\$ 4,000	102	\$ 408,000
Impulsor	Unidad	\$ 80,000	2	\$ 160,000
<i>Subtotal herramientas y materiales</i>				\$ 1.894,825
Total				\$ 12.988,999

Fuente: (Autoras, 2019)

La mayor inversión se evidencia en mano de obra ya que actualmente se cuenta con una administración permanente encargada del manejo de la finca, sin embargo es de mencionar que el trabajador desempeña diferentes funciones dentro del predio por lo que no se hace necesario su trabajo únicamente en la preparación, siembra y mantenimiento de las cercas vivas. Adicional a esto por una parte, para la capacitación en el establecimiento de cercas vivas multiestrato y banco mixto de forraje se hace necesaria la participación de un ingeniero agrónomo de quien se requieren visitas técnicas cada 15 días durante cuatro meses aproximadamente. Por otra parte, para la adecuación del terreno y siembra es necesario solicitar la asistencia técnica de un jornal de la UMATA (unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria) del Municipio de Cagua con el fin de apoyar la labor del administrador.

Fase 2.

El desarrollo de esta fase comprende de la educación ambiental en donde por medio de talleres y capacitaciones a todos los involucrados en el sistema producción ganadera, se pretende mitigar los riesgos a la salud de quienes ejercen las diferentes actividades en el predio y al fomento en el uso eficiente del recurso hídrico con el fin de racionalizar su consumo en función de la cantidad y uso requerido.

Puesta en práctica

Cronograma: Corto plazo; de acuerdo con los propietarios esta fase se consolida en el mes de Mayo.

Responsable: Alcaldía Municipal de Cogua – Departamento de servicios públicos - Gerencia de salud ambiental y sanitaria.

9.3.3. *Formación y capacitación en salud ocupacional e inocuidad en productos pecuarios.*

Figura 23. Propuesta para salud ocupacional e inocuidad en la leche



Fuente: (Autoras, 2019)

9.3.4. Programa de capacitación y divulgación sobre el ahorro y uso eficiente del agua.

Figura 24. Propuesta para ahorro y uso eficiente del agua.



Fuente: (Autoras, 2019)

- **Presupuesto fase 2**

Tabla 15. Presupuesto fase 2

Jornada de capacitación	Unidad	Valor unitario	Cantidad	Total
1.Materiales				
Material didactico (fotocopias)	Unidad	\$ 100	10	\$ 1.000
Elaboración de cartilla	Unidad	\$ 10.000	2	\$ 20.000
2.Alimentación				
Refrigerios	Unidad	\$ 3.000	5	\$ 15.000
Total				\$ 36.000

Fuente: (Autoras, 2019)

Los mayores costos de inversión se reflejan en la elaboración de cartilla, siendo necesaria para que el propietario y trabajador tengan a disposición en todo momento la información brindada en la capacitación.

Fase 3

Puesta en práctica

Cronograma: Largo plazo; Enero 2020.

Responsable: Alcaldía Municipal de Cogua – Departamento de servicios públicos - Gerencia de salud ambiental y sanitaria.

9.3.5. *Capacitación en Buenas prácticas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.*

Figura 25. Propuesta para almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas.



Fuente: (Autoras, 2019)

- **Presupuesto fase 3**

Tabla 16. Presupuesto fase 3

Costos de establecimiento	Unidad	Valor unidad	Cantidad	Total
1.Materiales				
Material didáctico	Unidad	\$ 100	10	\$ 1000
2. Alimentación				
Refrigerios	Unidad	\$ 3.000	5	\$ 15.000
<i>Subtotal insumos</i>				\$ 16.000
Total				\$ 16.000

Fuente: (Autoras, 2019).

Los mayores costos de inversión se reflejan en la elaboración de cartilla, siendo necesaria para que el propietario y trabajador tengan a disposición en todo momento la información brindada en la capacitación.

Figura 26. Modelo agroecológico



MODELO AGROECOLÓGICO



Escala 1:10

USO DEL SUELO	LEYENDA
Fuentes hídricas (límita con el predio)	
Pastos en buen estado	
Pastos en mal estado	
Infraestructura	
Cerca viva multiestrato	
Banco de Forraje	
Sistema vial	
Dirección del viento	

Fuente: (Autoras, 2019)

- **Presupuesto final**

Tabla 17. Presupuesto final sistema agroecológico

Implementación del alternativas	Costo de inversión
Fase 1	\$ 12.989,000
Fase 2	\$ 36.000
Fase 3	\$ 16.000
Costo total	\$ 13.041,000

Fuente: (Autoras, 2019).

- **Producción sistema agroecológico**

Tabla 18. Producción sistema agroecológico

Producción de leche						
Número de bovinos en producción	l/vaca*día	Total de l/día	Valor l (Cogua)	Valor l/día	Valor total/mes	Valor total/año
6	26	156	\$ 1,000	\$ 156,000	\$ 4.680,000	\$ 56.160,000

Finalmente la implementación del sistema agroecológico corresponde a una inversión inicial de COP \$13,041.000 con una producción anual de COP\$ 56.156.000.

10. Análisis y Discusión de Resultados

10.1. *Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo de la finca y de la zona de estudio.*

Con respecto a los resultados de la dimensión social se evidenció la deficiencia en la asistencia técnica con respecto a alternativas de conservación de recursos naturales en la actividad pecuaria, lo que ha llevado a un sistema de producción insostenible en la Finca Villa Mariela, cobertura vegetal en pastos, uso de fertilizantes e inadecuada disposición de residuos peligrosos.

Según la Ley 607 del 2000 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), las entidades prestadoras del servicio pueden ser de dos tipos, publica en su forma directa UMATA o contar con entidades privadas constituidas para tal fin. La UMATA del municipio de Cogua presta asistencia técnica en la conservación de zonas de manejo especial que corresponde a la subcuenca del río Neusa como lo es la Reserva Forestal Protectora del Páramo de Guerrero, sin embargo a pesar de que la vereda La Plazuela está dentro del área de influencia de la subcuenca no hace parte de la cobertura de este servicio. Hay que mencionar además que la UMATA no cuenta con el personal profesional y/o técnico suficiente para esta labor.

Con respecto a la variable de salud ocupacional, de acuerdo con el Decreto 1443 (Ministerio del Trabajo, 2014) resalta que:

“El empleador debe garantizar la capacitación de los trabajadores en los aspectos de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo con las características de la empresa, la identificación de peligros, la evaluación y, valoración de riesgos relacionados con su trabajo, incluidas las disposiciones relativas a las situaciones de emergencia, dentro de la jornada laboral de los trabajadores directos o en el desarrollo de la prestación del servicio de los contratistas”.

En este sentido Altieri (1989) afirma que, la Agroecología ha aumentado la seguridad alimentaria y ha generado recursos de ingreso. Sin embargo, estos se podrían ver alterados dado que el trabajador al no hacer uso de EPP (elementos de protección personal) en la labor de ordeño e incumplir con la normativa en manejo de insumos pecuarios y agrícolas, provocaría un cruce de inocuidad con la leche al exponerla a metales, residuos de medicamentos, plaguicidas, fertilizantes y microorganismos, causando pérdidas en términos económicos, además de poner en riesgo la salud y el cumplimiento del segundo objetivo de desarrollo sostenible: hambre cero. Por consiguiente, haciendo indispensable que el empleador incite al trabajador al uso de EPP (elementos de protección personal).

Del mismo modo este cruce de inocuidad se puede ver reflejado en el almacenamiento de insumos pecuarios y agrícolas ya que al no tener espacios adecuados para él puede haber contaminación de tipo físico, químico o biológico alterando así las condiciones de los mismos.

Figura 27. Almacenamiento de insumos pecuarios.



Fuente: (Autoras, 2019).

En relación con la dimensión ecológica teniendo en cuenta la primera variable tipo de pastero se evidencio que existe un sobrepastoreo debido a que se encuentran 10 UGG/Ha (unidades gran

ganado), lo que puede significar por una parte que “los animales están comiendo un forraje de más baja calidad ya que hacia la base de la planta aumenta el grosor del tallo y disminuye la cantidad de hojas” (Esaú, E, 2017) , por otro lado cuando se produce sobrepastoreo, disminuye el área foliar de la planta y en consecuencia el tamaño de las raíces haciendo que el animal no se apoye sobre una cobertura viva que soporte diversos efectos en la relación suelo – planta – animal (compactación o erosión del suelo, menor producción de alimento y por ende menor comportamiento productivo) (FEDEGAN, 2013). Sin embargo, dado a que se tiene un manejo rotacional, las condiciones del suelo no se han visto alteradas por este pastoreo, tal como se muestra en los anexos 3 y 4.

Adicional a esto, de acuerdo a la metodología de aforo forrajero para determinar la capacidad de carga (C.C) del predio y por consiguiente el área en pastos requerida para soportar las necesidades nutricionales de las 10 UGG/Ha (unidades gran ganado) con un peso vivo de 450 kg se hace necesaria la ampliación a 1,44 Ha con únicamente 2 UGG/ Ha (unidades gran ganado), ya que no es suficiente la disponibilidad de pastos actual en el predio, lo que implicaría la intervención a corredores de conectividad de la subcuenca del río Neusa, alterando la conservación de los recursos naturales (agua, suelo, aire, biodiversidad y belleza escénica), y por consiguiente, el aumento en costos para el mantenimiento de forrajes y compra de insumos externos como suplemento alimenticio del ganado. Según FEDEGAN (2013), el éxito de la ganadería bovina en pastoreo, radica del uso apropiado del recurso forrajero, es decir el sobrepastoreo ni la subutilización son sostenibles por lo que deben formular propuestas que logren hacer más eficiente el uso de las praderas.

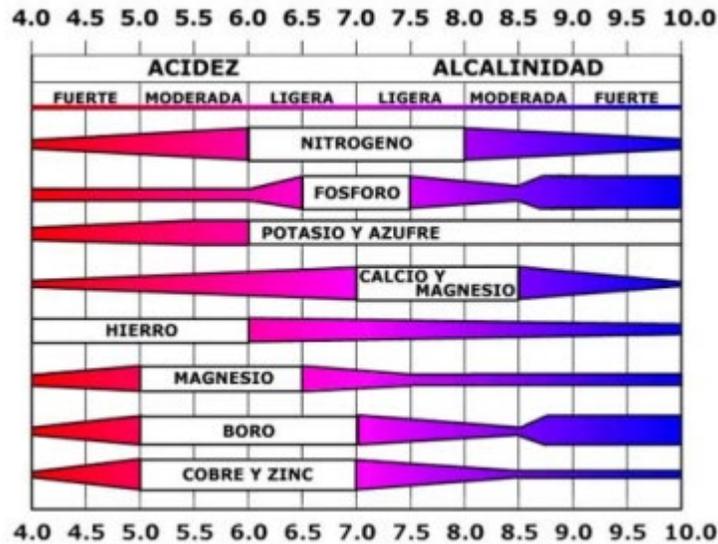
Por consiguiente, la materia orgánica del suelo es considerada un indicador de salud del mismo y su efecto positivo sobre la sostenibilidad del sistema productivo es determinante (Sainz,

Echeverria & Angelini), por tanto se evidencio que la materia orgánica es de 8,15% lo que indica, según Espinoza y Slaton (2011), que los suelos con materia orgánica >2.0% son deseables, es decir que el manejo del suelo con rotaciones han permitido que el contenido de materia orgánica aporte a la relación con los demás elementos presentes en el suelo. Hay que mencionar, además que durante la toma de muestras se evidenció actividad biológica por lombrices de tierra, siendo bioindicador de las buenas condiciones del suelo ya que sus actividades estimulan el crecimiento de la raíces en el subsuelo debido a la mayor disponibilidad de nitrógeno en los túneles, también aportan a la formación de estructura y creación de microhabitats para otros organismos (FAO, s/f).

La capacidad de intercambio catiónico (CICE) para suelos con texturas francas se encuentra en un rango de 5 a 15 meq/100g, sin embargo el análisis arrojó un resultado de 26,56 meq/100g, lo que indica que está cerca la parámetro ideal que es de 35 meq/100g (FINAGRO, s.f.), es decir este suelo tiene la habilidad para retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, por tanto al conocer la CICE se identifica cual es manejo adecuado para mantener o mejorar las condiciones del suelo.

Se obtuvo un pH de 6,68 lo que indica que proporciona mejores condiciones de asimilabilidad de los nutrientes N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Co y Zn (ver imagen 2). Para la mayoría de los vegetales y cultivos agronómicos, un pH de 5.8 a 6.5 es óptimo (Espinoza & Slaton, 2011), es decir la disponibilidad de nutrientes permite la productividad de forrajes en el predio. Cabe añadir que este pH se mantiene gracias al contenido alto de Calcio 21,53 meq/kg.

Figura 28. Diagrama de Troug pH y disponibilidad de nutrientes



Fuente: (Ginés & Mariscal, 2002)

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre las distintas fases del mismo (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentra cada una de estas, es decir, estas condiciones determinan la capacidad de sostenimiento, facilidad para la penetración de las raíces, circulación del aire, capacidad de almacenamiento de agua, drenaje y retención de nutrientes (AGRICULTURERS, 2017).

La textura del suelo es una de estas propiedades que en relación con los resultados obtenidos se evidencio que corresponde a una textura franca, en donde se tiene un 25,42% de arcilla, 33,96% de limo y 40,62% de arena, dando a entender que son suelos con alta capacidad productiva agrícola, disponibilidad de agua, nutrientes y facilidad de penetración de raíces. No obstante al contener en mayor proporción arena y bajo contenido de arcilla Castellanos (2000) afirma que se puede llegar a provocar pérdida de agua y nutrientes, especialmente nitrógeno lo que ocasiona un desarrollo pobre en los forrajes al no cubrir las necesidades nutricionales.

Wolf y Snyder (2003), aseguran que además de la materia orgánica y la textura del suelo, la variación de la densidad aparente está asociada a las prácticas de manejo, siendo este el indicador que en mayor grado influye sobre la productividad de los cultivos (Salamanca & Sadeghian, 2005). La densidad aparente menor de 1,60 g/cc para suelos francos se considera adecuada para agricultura (Roncallo, Murrillo, Bonilla & Barros, 2012), es decir, en relación al resultado obtenido 0,89 g/cc este suelo se cataloga como no compacto. El resultado es coherente acorde a la textura franca del suelo y el porcentaje alto de materia orgánica ya que a medida que aumenta esta y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente y viceversa (Salamanca & Sadeghian, 2005), lo que indica que hay una alta disponibilidad de agua tal como se explicó anteriormente, este efecto posiblemente está influenciado por el desarrollo de las raíces de las especies forrajeras (Kikuyo y Raigrás).

Con respecto a la unidad climática frío seco la ubicación de la Finca Villa Mariela corresponde al relieve planicie aluvial de la subcuenca del río Neusa (Duran & Suárez, 2011), lo que indica que se encuentra en una zona estratégica donde los nutrientes y demás elementos son llevados allí por arrastre, haciendo que se manifiesten las condiciones óptimas del suelo para la vegetación, tal como se evidenció anteriormente con el análisis fisicoquímico. Cabe mencionar que debido a la textura franca la amenaza por encharcamiento es mínima haciendo que este predio tengas grandes ventajas productivas.

De acuerdo con la variable residuos sólidos, la recolección se encuentra a cargo de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá E.S.P donde si bien se sabe, “presta el servicio público domiciliario para residuos sólidos de origen residencial que comprende la recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los mismos” (EAAAZ, 2015). Es así, como se puede evidenciar que la empresa no se encuentra en condiciones para dar disposición

final a residuos peligrosos biosanitarios los cuales pueden causar afectaciones a la salud de los recolectores.

Ante esto, Uribe (2011) agrega que estos residuos deben ser entregados a la empresa prestadora de servicio de aseo autorizada para el manejo asegurando el tratamiento y disposición final de los residuos utilizados en el sistema de producción ganadero. Con respecto a este último, se puede evidenciar que el propietario no posee este servicio ya que depositan estos residuos de manera unánime.

En el mismo contexto se encuentran el estiércol, que además de hacer parte de los residuos peligrosos es uno de los principales residuos generados en Colombia ya que, produce impactos en el ambiente “como generación de gases de efecto invernadero, eutrofización de cuerpos de agua y sobrecarga de nutrientes en suelos” (Pinos, García, Peña, Rendón, González & Tristán, 2012).

Según el Atlas de Biomasa se generan 54.016 Ton/año en el Municipio de Cogua, Cundinamarca para el año 2018 y teniendo en cuenta que según Pinos (2012) , el estiércol que un bovino genera corresponde al 8% de su peso vivo (450 kg) al día, se calcula que las 10 cabezas de ganado se encuentran produciendo 360 kg /día los cuales son confinados a un costado de la finca sin ningún tratamiento debido a la falta de información y poca importancia que se le da a este aspecto.

Esta carencia de información se encuentra también notable en el recurso hídrico debido a la falta planes, programas o proyectos que influyan sobre el ganadero, quien derrocha importantes litros de agua diariamente sin ningún control ni toma de conciencia con el único objetivo de que su producción se mantenga. En este sentido, Pineda (2016) argumenta que:

“la utilización del agua por parte del ganado y la contribución de este sector al agotamiento del mismo, se ubica en un nivel elevado y con tendencia a aumentar. Es innegable que cada vez se

necesitan mayores volúmenes de agua para satisfacer las necesidades en la implementación de explotaciones ganaderas, desde la producción de forrajes hasta la obtención del producto final.”

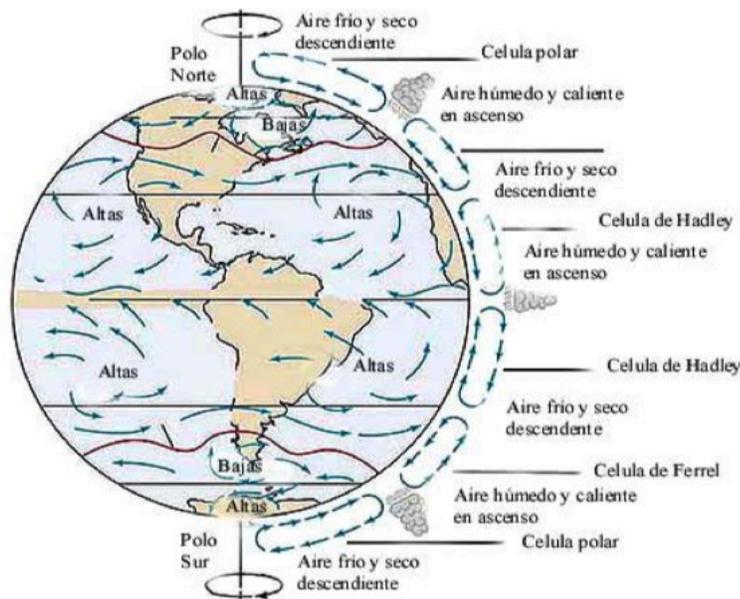
Dicho lo anterior, se puede calcular que en la finca al año se utilizan 540.000 litros de agua de acueducto para consumo bovino y 5.400 litros para lavado de equipos con un total de 545.400 litros de agua que si se compara con los 100 litros de agua necesarios para una persona en promedio según Organización Mundial de la Salud (OMS) (2010), al día se puede estar abasteciendo a 15 personas teniendo en cuenta que se sirven 1.500 litros/día utilizados para consumo de ganado y 15 litros/día para lavado de equipos.

Del mismo modo, para el uso de agua en riego se utiliza el aspersor que genera un caudal de 1629 l/h, que, si bien se relaciona con el tiempo de utilización, se calcula que el caudal total diario de agua utilizado para riego es de 3.258 litros por 2 horas diarias en épocas secas, es decir diciembre a marzo para un total de uso de 390.960 litros ya que el agua distribuida no implica costos adicionales para el propietario y por tanto se utiliza a conveniencia, sin embargo, hay que mencionar que al no tener los permisos de para según lo estipulados en el Decreto – Ley 2811 de 1974 se impone el régimen sancionatorio ambiental.

Por otra parte, se tiene el fenómeno meteorológico del viento. En la región andina predomina los vientos alisios (provenientes del este y sureste) (Ver figura 29) debido a su posición situada al sur del Ecuador en zonas tropicales llevando humedad tal y como se presenta en el área de estudio donde se encuentra predominancia de vientos promedio anuales que vienen desde el Sur – Este (139°) y una velocidad del viento promedio anual de $0.612 \frac{m}{s}$ con presencia de heladas frecuentes, pero sobre todo en las época de sequía (diciembre – marzo) las cuales han generado demanda de agua y costos adicionales en mantenimiento de forraje, ya que estos fenómenos tienen la capacidad para descender la temperatura ambiente a niveles por debajo de los 0°. Como

parte de que estas heladas se presenten en su mayor exposición, es debido a que la finca no posee sistema de riego en todos sus poteros.

Figura 29. Celda de Hadley



Fuente: (IDEAM & UPME, 2017)

Dentro de la dimensión ecológica también se tiene en cuenta especies vegetativas, encontrando que alrededor de la hato se tienen especies introducidas que tienen potencial como cortina rompe viento ver tabla #, dentro de las cuales se localizan también aquellas que sirven de alimento para el ganado (*Sambucus nigra*) aunque el propietario no tiene conocimiento o información al respecto y por tanto no hace uso de esta. Desde el punto de vista agroecológico, las especies introducidas deben ser sustituidas por nativas ya que son quienes llegan a aportar los nutrientes necesarios al suelo, además de atraer fauna de la zona y cumplir con los objetivos principales del paradigma agroecológico el cual busca conservar el territorio por medio de especies que predomine allí (Altieri, 1999).

En relación con los costos anuales de producción del sistema convencional manejado se obtuvo un total de COP\$51'108.392 donde si bien se toma en cuenta las variables de insumos y servicios se haya un costo de COP\$41'076.000 siendo un valor significativo de producción por la utilización de fertilizantes, plaguicidas, forraje, concentrado y agua. En ese sentido y teniendo como base el trabajo realizado por Marzola (2012) se verifica que el sistema de producción ganadero convencional en relación con el ambientalmente sostenible es más dispendioso debido a la gran demanda de agroquímicos y recurso hídrico utilizados para su realización. Cabe agregar que del sistema ambientalmente sostenible evaluado por Marzola se pueden ver características de un sistema agroecológico dado que se deja de lado la utilización de agroquímicos, se tiene en cuenta la generación de empleo y busca una manera más amigable con el territorio de generar un mayor beneficio económico que el sistema convencional.

10.2. Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.

De acuerdo con el profesor Sevilla (2006) y su definición de agroecología entendida como la ciencia que guía las prácticas agropecuarias; es indispensable que se tomen en cuenta algunas alternativas agroecológicas como los sistemas silvopastoriles evaluados con anterioridad, los cuales pretenden no solo responder a presiones del ambiente, bióticas y procesos de cultivo, sino que también reflejan estrategias humanas de subsistencia y condiciones económicas (Ordóñez , 2010).

Estos sistemas silvopastoriles crean una estrecha relación entre especies leñosas y componentes tradicionales como los pastos, haciendo posible la reconversión a un agroecosistema incluyente en el primer eslabón de la cadena de producción láctea, logrando índices adecuados de rentabilidad y autosostenibilidad de las unidades productivas, en función de un manejo racional,

con gastos mínimos de insumos, logrando además la recirculación máxima de nutrientes y la gestión de los recursos naturales (Iglesias, Simón & Giraldo, 2018).

En la región andina se presenta un régimen bimodal de lluvias, con periodos secos relativamente cortos pero que generan problemas severos en la disponibilidad de forraje como en la finca Villa Mariela, en donde las heladas y los fuertes vientos provocan ruptura de células y tejidos de las plantas ocasionando marchitez, mortalidad de los forrajes y erosión eólica (Chará, Osorio, Murgueitio, Wlaschburger, Thomas, Gómez & Ruíz, 2011) , por tanto, de acuerdo a la evaluación de alternativas se puede evidenciar que las cercas vivas multiestrato son la primera en el orden de prioridades siendo la más óptima en relación con las variables por su gran multiplicidad de funciones y beneficios , como por ejemplo, al actuar como barrera rompe viento se originan microclimas que optimizan el aprovechamiento de factores como la radiación, temperatura y humedad mejorando el crecimiento y desarrollo del forraje por la fijación de nitrógeno en el suelo (Tassara, Thomas & Rodríguez, 2008), disminuyendo así la dependencia a sistemas de riego, uso de fertilizantes químicos y compra de insumos alimenticios para el ganado.

La aerodinámica del viento resulta ser determinante en la protección de los pastos, por tanto, cuanto éste llega a la barrera es obligado a elevarse por encima de esta, donde se comprime con presión de las fetas de viento que circulan en esa altura (Tassara et al., 2008), y de acuerdo con Corpoboyaca (2016) la disminución en las corrientes de viento son de 60 a 80% en la parte más cercana a la barrera y del 20% a distancias 20 veces la altura de la misma; La reducción de la velocidad del viento, se obtiene en el área de protección equivalente a cuatro veces la altura de la barrera.

La reducción en el uso de fertilizantes químicos es otro de los grandes beneficios en vista de que las especies arbóreas fijan el nitrógeno atmosférico, producen abundante hojarasca y recuperan

la macrofauna edáfica encargada de descomponer la materia orgánica y mejorar la disponibilidad de los nutrientes para las plantas eólica (Chará, Osorio, Murgueitio, Wlaschburger, Thomas, Gómez & Ruíz, 2011) , manteniendo así la sinergia entre los elementos del agroecosistema.

Además esta alternativa es indispensable en cuanto al rendimiento productivo dado a que la disminución de la temperatura bajo dosel, reduce el estrés calórico del ganado, lo cual está asociado con una baja tasa respiratoria; esto permite gastar menos energía y consumir más alimento (Calderon, Suárez, Aristizabal, Ángel & Rojas, 2017).

De igual forma se tiene como alternativa los bancos mixtos de forraje los cuales funcionan como fuente o reservorio de alimento para aquellas épocas de sequía o lluvias intensas en donde la disponibilidad de pasto en el potrero es baja o casi nula, tal como se evidencio en la finca en donde en los meses comprendidos entre Diciembre y Marzo las altas temperaturas, los vientos y la falta de riego en una (Ha) destinada para la actividad ganadera los pastos tienen un crecimiento limitado (ver figura 26). Además la capacidad de carga de 0,6 UGG/Ha a casi 5,64 UGG/Ha, de igual forma con la producción de leche con un aumento de 2 lt/día por vaca (Chará, Osorio, Murgueitio, Wlaschburger, Thomas, Gómez & Ruíz, 2011).

Las especies forrajeras se caracterizan por contener gran cantidad de agua en su masa vegetal y una buena alternativa en el aporte de nutrientes, además de ser económico para el productor ganadero. Estas especies se dividen en leguminosas y gramíneas. Las gramíneas presentes en la finca corresponde a la clasificación de mejoradas, ya que fueron seleccionadas por el productor para mejorar la productividad (Kikuyo y Raigras), sin embargo una alimentación basada únicamente en gramíneas no es suficiente, por tanto es indispensable introducir leguminosas las cuales tiene:

“Buena capacidad de fijar nitrógeno, sus hojas lo convierten en forma de proteínas, por esta razón estas plantas tienen alto contenido de proteína que puede variar entre 14 y 32% en hojas y semillas y tienen la particularidad de conservar esos porcentajes por largos periodos sin que el verano les afecte (SENA, s/f)”.

Dentro de las cuales se resaltan las siguientes, frijol, kudzú, maní forrajero, alfalfa y trébol blanco, siendo indispensables los niveles altos en proteína para la producción de leche en la finca.

Con respecto a las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) desde la agroecología son entendidas como:

“La transición agroecológica es un proceso de transformación de los sistemas convencionales de producción, hacia sistemas de base agroecológica, que comprende no solo elementos técnicos, productivos y ecológicos, sino también aspectos socioculturales y económicos del agricultor, su familia y su comunidad (Marasas, Cap G, de Luca, Pérez & Pérez R., 2012); por tanto, debe entenderse como un proceso multilineal del cambio que ocurre a través del tiempo” (Caporal & Costabeber, 2004).

Es así, como se tiene en cuenta que para lograr esta transformación corresponde llevar a cabo alternativas desde el punto de vista ingenieril, donde para una dimensión ecológica una buena separación de los residuos facilita su disposición final y no atenta con los recursos naturales los cuales son la base para la productividad. Desde una dimensión social, la inocuidad alimentaria es un punto clave para la salud humana y desde la dimensión económica es de importancia una producción rentable, todo con el fin de encaminarse hacia un sistema agroecológico.

En la matriz se pudo evidenciar las buenas prácticas en el almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas resaltando que el propósito para lograr la reconversión es que se

lleve lento el proceso de erradicación de los agroquímicos por insumos alternativos. Por tanto, mientras esto sucede es importante tratar insumos y residuos de tal forma que no alteren la producción o atenten contra la salud animal, humana (seguridad alimentaria y del trabajador) y del ambiente. Para este caso, Carrillo (2017) agrega que, los residuos de no tratarse correctamente pueden producir impactos en el suelo, agua y biodiversidad por contaminación de desechos biosanitarios a ríos y lagos además de metales pesados y medicamentos en el suelo constituyendo una amenaza para el ambiente. Es por esto que, para el “Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible” (Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa., 2011), es importante el almacenamiento adecuado de los insumos para evitar la contaminación cruzada de los mismos para el caso de agroquímicos tanto con el concentrado como con los equipos de ordeño puesto que puede afectar la inocuidad del producto final.

Del mismo modo, se tienen capacitaciones y formación en salud ocupacional las cuales llegan a ser una alternativa para que los trabajadores tengan un adecuado uso de los elementos de protección personal en la interacción con agroquímicos o contacto con el animal asegurando en este sentido a la inocuidad del producto puesto que dentro de los principios de la agroecología se busca contribuir la seguridad y soberanía alimentaria (Vázquez & Martínez, 2015). Las capacitaciones también son de relevancia cuando se enfocan en el para el uso eficiente y aprovechamiento del recurso hídrico “a fin que sirva de guía en la reflexión conjunta, sobre este importante tema, que permita fortalecer capacidades orientadas a las prácticas adecuadas sobre la valoración y cuidado del agua hoy” (Léon & Torres, 2010). Este último, debido a que en la finca se utilizan 930.960 litros de agua sin ninguna medida ni costo adicional ya que, se tienen nacederos propios para la actividad.

10.3. Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.

Con el análisis del diagnóstico ambiental para el cumplimiento del primer objetivo, más las alternativas evaluadas en el objetivo tres, se comprueba que el funcionamiento del sistema convencional presenta falencias en asistencia técnica, dado a que hasta la fecha no se han planteado estrategias en apoyo al ganadero acerca de sistemas altamente eficientes, rentables y de conservación a los recursos naturales por parte de la Alcaldía Municipal. Es así como a continuación se resaltan las fases de acuerdo a cada alternativa agroecológica en las que se requiere asistencia técnica.

Fase 1

Para el establecimiento de cercas vivas multiestrato Uribe et al., (2011) recomienda la asistencia técnica en el establecimiento de cercas brindando métodos para la prevención de incidentes ocasionados en su construcción, separación de árboles y franjas y preparación del terreno, distancia entre árboles para evitar riesgos en el crecimiento y especificaciones de mantenimiento adecuado.

Para el banco mixto de forraje, el Proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible (2011), recomienda tener en cuenta que en las actividades relacionadas con aspectos de localización y distancia de la siembra se requiere de asistencia técnica con el propósito de identificar terrenos aptos para el forraje, requerimientos específicos para la plantación de especies ,mantenimiento del cultivo (corte de forrajes, control de arvenses y riego) y uso eficiente de agroquímicos.

Fase 2

En pro del fortalecimiento y formación en salud ocupacional e inocuidad del producto y ahorro y uso eficiente del agua la capacitación resulta ser la base con el fin de mostrar por un lado la importancia sobre el uso de los EPP (elementos de protección personal) en las diferentes actividades que desarrolla el ganadero ya que dentro de los principios de la agroecología Ordóñez (2010) menciona que el derecho a la alimentación, seguridad del campesino y la soberanía alimentaria los cuales se encaminan hacia un sistema de producción más responsable. Por otro la capacitación lleva a concientizar y brindar al ganadero nuevas prácticas para emprender hacia cambios que optimicen su uso y así garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Fase 3

En la tercera fase, se tiene capacitación en buenas prácticas de almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas puesto que, en el proceso de transición agroecológica es importante tener un manejo controlado de agroquímico. Es así como desde la agroecología, es importante la asistencia técnica ya que, “se vuelve necesaria la construcción del conocimiento agroecológico con base en la articulación de conocimientos locales y académicos y con la efectiva (e imprescindible) participación de la sociedad (Vázquez & Martínez, 2015)”.

Es así, la asistencia técnica se vuelve esencial para que el ganadero pueda conocer nuevas prácticas de producción que le brinde rentabilidad al tiempo que crea conciencia en cada una de sus actividades productivas. Por tanto, mientras se logra por completo esta conversión es indispensable tener en cuenta asistencia técnica en la clasificación de insumos para su debida distribución en áreas de almacenamiento así como la separación y disposición final correcta de residuos que pueden llegar a presentar un peligro para el trabajador, el animal y el ambiente.

Los procesos metabólicos de los bovinos generan grandes cantidades de gases que contribuyen de manera significativa al cambio climático. Por un lado, la fermentación entérica genera metano, siendo los vacunos productores de leche quienes aportan entre 60 a 95 kg de este contaminante al año, lo cual depende de la dieta de los vacunos.

Por otro lado, el sistema de gestión del estiércol corresponde al 8% del peso vivo de los bovinos, es decir en relación a 10 cabezas de ganado presentes en la finca, se generan 310 kg de estiércol al día. De acuerdo con Rodríguez et al. (2012), el estiércol en su proceso de fermentación anaerobio genera 60% de CH₄, 39% de CO₂ y 0,2% de N₂ O. En relación a los 310 kg de estiércol generado al día se generan 186 kg de CH₄, 120,9 kg de CO₂ y 6,2 kg de N₂ O, es decir al año se producen 43.524 kg de CO₂ por todas las cabezas de ganado.

Las especies forestales propuestas en la alternativa de cercas vivas multiestrato pretenden mitigar el impacto generado por estos procesos, por tanto, a continuación se muestran los kg de CO₂ capturados por cada especie.

Tabla 19. Captura de CO₂ por especie

Especie	Captura de CO ₂ (kg/año)	Número de especies propuestas	Total de CO ₂ (kg/año)
Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	396	30	11880
Roble andino (<i>Quercus humboldtii</i>)	861	30	25830
Acacia negra (<i>Acacia decurrens Willd</i>)	703	29	20387
Sauco (<i>Sambucus peruaviana</i>)	450	30	13500
Total			71597

Fuente: (Domingez, 2016)

De acuerdo a la tabla # y la cantidad de CO2 producido al año se logra deducir que las especies forestales capturan en su totalidad el contaminante, mitigando el impacto producido a la atmósfera.

En cuanto a la dimensión económica y de acuerdo a las evidencias de los estudios de caso del “Proyecto Ganadería Colombiana sostenible” (2011), la producción de leche aumenta aproximadamente a 2 lt/día por cabeza de ganado en un sistema silvopastoril. Por consiguiente, teniendo en cuenta la etapa de diagnóstico en la finca, se puede deducir que la producción diaria en litros pasaría de 144 a 156, es decir, COP \$4'680.000 al mes lo que representa al año una diferencia de COP \$5'760.000 por encima de lo obtenido actualmente, justificando que estos sistemas son rentables.

11. Conclusiones

11.1 Objetivo Específico 1: Realizar un diagnóstico ambiental del sistema productivo de la finca y de la zona de estudio.

- Con respecto a la dimensión social, siendo la seguridad alimentaria la variable con mayor dependencia a los procesos relacionados al manejo de insumos pecuarios y agrícolas (Almacenamiento y disposición final), representa mayor riesgo frente al cruce de inocuidad de la leche, dada a la usencia de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) que garanticen producto de calidad y cantidad.
- Dentro del plan de ordenamiento territorial del Municipio no se contemplan estrategias relacionadas a la gestión de los recursos naturales por parte de las actividades agropecuarias, lo que ha vuelto al municipio vulnerable a los desequilibrios ecosistémicos y al desarrollo rural.

- A pesar de ser Cogua un Municipio con una gran oferta hídrica gracias a la cercanía con el Páramo de Guerrero, en la Alcaldía, no se encuentran planes, programas o proyectos en los cuales se lleve un control sobre el uso y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico, llevando a que se utilicen diariamente importantes cantidades de agua para las actividades agropecuarias.
- Las condiciones del suelo de la finca se presentan óptimas para el desarrollo del cultivo debido al manejo rotacional que se le da a los potreros, sin embargo el sobrepastoreo amenaza con una baja calidad de forrajes.
- El sistema productivo convencional y sus prácticas desarrolladas hoy en día además de traer consigo impactos irremediables para el entorno en el que se desarrolla y aportar con la generación de gases de efecto invernadero, está llevando a que el campesino se encuentre estancado en un sistema donde prima el costo sobre el beneficio en sus prácticas debido al uso desbordado de agroquímicos y suplementos alimenticios necesarios para el ganado.

11.2 Objetivo Específico 2: Evaluar las alternativas agroecológicas aptas a las condiciones del estudio de caso.

- En la evaluación de alternativas se logró demostrar que cada una de estas de manera íntegra interviene en las dimensiones del ambiente, las cuales contribuyen a crear una estrecha relación entre la ingeniería ambiental y las ciencias agropecuarias, ampliando las oportunidades de crecimiento que puede tener el sector rural, en donde se beneficia el productor a partir de mejoras en la rentabilidad del negocio por medio de prácticas agroecológicas.

- Las alternativas silvopastoriles permiten obtener una ganadería que integre los aspectos e intereses que son difíciles de conciliar, como la producción ganadera y la conservación de los recursos naturales. Es así como estas alternativas se encuentran fundamentadas en trabajar con la naturaleza y no en contra de ella, mejorando la rentabilidad y eficiencia en la actividad ganadera.
- Las cercas vivas multiestrato se clasifican como la alternativa más apta en el sistema convencional de la finca Villa Mariela, puesto que influyen directamente a la adaptación de los cambios del clima que afectan la zona, brindando además una amplia oferta de servicios ecosistémicos tanto para la zona de estudio como para su área de influencia.
- En lo relacionado al banco mixto de forraje al igual que las cercas vivas multiestrato mitigan el impacto por las condiciones adversas del clima, sin embargo esta alternativa permite aumentar la capacidad de carga por potrero, ofreciendo a los bovinos un forraje de calidad y cantidad durante todo el año.
- Con respecto a las alternativas de capacitación en almacenamiento y disposición final de insumos pecuarios y agrícolas, y la alternativa de salud ocupacional e inocuidad del producto de la línea de buenas prácticas ganaderas (BPG), se logra justificar que la asistencia técnica especialmente en educación ambiental, se hace necesaria y pertinente en el predio, ya que de esta depende la seguridad alimentaria de la familia productora y de quienes se abastecen el producto.
- En relación a la alternativa de capacitación y divulgación sobre el ahorro y uso eficiente del agua a pesar de esta no se encuentra en el orden de prioridades es indispensable desarrollarla de inmediato, dada la inminente problemática asociada a las grandes cantidades de uso del recurso hídrico en la actividad pecuaria.

- Se evidencio que en todas las alternativas agroecológicas planteadas existe convergencia en lo relacionado a la asistencia técnica haciendo que el apoyo por parte de profesionales, técnicos e instituciones municipales sea indispensable en la ampliación de oportunidades, no solamente para la finca Villa Mariela sino también para las 400 fincas productoras del municipio.

11.3 Objetivo Específico 3: Estructurar un modelo agroecológico del sistema de producción ganadero lechero de la finca.

- Implementar sistemas agroecológicos contribuye a la incentivación y promoción entre comunidades aledañas en las cuales se está generando alguna actividad agropecuaria para encaminarse hacia la sostenibilidad por medio de nuevas prácticas orientadas a lograr una transición del sistema convencional a un sistema que no dependa de insumos externos y no acelere los procesos naturales.
- Pese a que, la conversión de sistemas convencionales a agroecológicos son procesos que llevan tiempo, las prácticas desarrolladas pueden dar inicio para una ganadería en transición realizando paso a paso ciertos cambios que en la practicas de manejo de producción que contribuyan a lograr un equilibrio entre los recursos naturales e ingresos económicos, dando paso al aumento de la calidad de vida de familias.
- Las alternativas propuestas estructuradas en el modelo brindan herramientas importantes para la formación del sistema agroecológico en la finca, pues estos son los medios por los cuales se puede llegar a un correcto desarrollo e implementación de las mismas logrando aumentar el interés del ganadero por llegar a una la transición del sistema convencional al propuesto.

- Se demostró que el sistema convencional requiere de una mayor inversión al año, siendo el concentrado el mayor diferencial en costo como insumos externo, lo que evidencia que en el sistema agroecológico las alternativas de la fase 1 requieren no solo de una menor inversión sino que además cumplen con las exigencias nutricionales del ganado vacuno aumentando la producción leche al año.

12. Recomendaciones

Al propietario

- Se recomienda al propietario la afiliación al servicio de recolección de residuos peligrosos que presta la empresa campo limpio ya que se enfoca en dar la debido aprovechamiento y disposición final de aquellos residuos que requieren de un tratamiento adicional.
- La propuesta agroecológica que se ofrece, puede ser utilizada en el seguimiento del proceso de reconversión de cualquier tipo de sistema de producción ya que se basa en los principios de la agroecología para lograr una mejora en los procesos ecológicos que se requieren para la producción sostenible.
- Es importante la creación de alianzas estratégicas con fincas de la zona donde se esté realizando procesos compostaje o lombricultura para llevar a cabo la venta del estiércol generado para así, ingresos adicionales, evitar proliferación de vectores y disminuir la generación de emisiones.
- Se recomienda la vinculación con RedES-CAR, ya que puede servir como estrategia de competitividad en la finca al implementar un sistema en el cual no se dependa de insumos externos y logre beneficios económicos por parte de la Red de Empresas Sostenibles.

- Para la asistencia técnica de la finca, se recomienda que el propietario adquiera los servicios prestados por la UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) reduciendo costos generados por la contratación de personal profesional.
- Involucrarse en las labores de capacitación y asistencia técnica es una labor fundamental para lograr un mayor avance en el establecimiento de los sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas (BPG), motivando al administrador para convertirse en verdaderos difusores de la reconversión ganadera.
- A largo plazo la finca puede ser potencial en agroturismo, consolidando iniciativas de oferta de servicios de turismo rural como componente de los servicios ambientales.
- Acceder a certificaciones y sellos ambientales desde una organización de base lo cual garantiza un comercio justo del producto y oportunidades de incursionar en mercados nacionales e internacionales.
- Teniendo en cuenta que con el pasar del tiempo el suelo puede sufrir graves alteraciones estructurales, se deben mantener las óptimas condiciones actuales a partir del pastoreo rotacional con largos periodos de descanso.
- Es necesario realizar permisos para la otorgación de concesión para el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas en la zona de estudio y de esta forma evitar sanciones ambientales según el decreto – ley 2811 de 1974.

Al administrador

- Tener la disposición al acatar las normas y medidas correspondientes a prácticas en el uso eficiente de los recursos naturales, lo cual permite hacer más efectivo el proceso de transición hacia el sistema agroecológico.

- Para la producción, se hace necesario la utilización de EPP (elementos de protección personal) en cada una de las etapas evitando cruce de inocuidad y alteraciones a la salud.

A las entidades gubernamentales

- Es importante que en la Alcaldía Municipal de Cogua se lleven a cabo planes, programas o proyectos los cuales sean de ayuda para la comunidad rural brindando nuevas prácticas de producción que generen ingresos y beneficios para las familias. Adicionalmente, se debe tener en cuenta un número mayor del personal encargado en la conservación, saneamiento, salud ambiental y asistencia técnica para brindar un mayor acompañamiento a la comunidad rural.
- Al tener abundante oferta hídrica en el Municipio, es necesario que se implementen técnicas para evitar el uso inapropiado del recurso hídrico así como también restricciones para el abastecimiento generando conciencia en su uso.
- FEDEGAN como representante del sector ganadero, dentro del Plan Estratégico de la Ganadería 2019 ,establezca metas en el apoyo presupuestario a pequeños, medianos y grandes productores en la comercialización de productos ganaderos certificados como ecológicos, lo que ampliaría la competitiva del sector a nivel nacional a internacional.

13. Bibliografía

AGRICULTURERS. (15 de Marzo de 2017). *Propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas*. Obtenido de <http://agriculturers.com/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas/>

Alcaldía Municipal de Mirado -Cauca. (s/f). *EOT- Diagnóstico territorial*. Obtenido de Recuperado el 03 de Noviembre de 2018: <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/miranda/08%20COBERTURA%20Y%20USO.pdf>

- Alcaldía Municipal de Cagua Cundinamarca. (2010). *Zonificación usos del suelo*. Cagua.
- Alcaldía Municipal de Cagua Cundinamarca. (2018). *Plan básico de ordenamiento territorial*. Cagua.
- Altieri & Nicolls. (2000). *Applying agroecological concepts to development of ecological based pest management systems*. Washington DC: Workshop Professional Societies and Ecological based pest management systems.
- Altieri. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Altieri. (26 de Junio de 2003). Una respuesta agroecológica al monocultivo en la Argentina. (F. Banga, Entrevistador)
- Altieri, M. (1989). *Agroecology: the science of sustainable agricultura*. Boulder: Westview Press.
- Aznar & Carmona. (2014). *La producción con fines de autoconsumo de las familias en el levante español : Relaciones de genero y reparto de espacios*. Actas Iberoamericanas de conservación animal.
- Betancour, Muñoz & Díaz. (2008). *Arboles y arbustos más frecuentes de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Calderon, Suárez, Aristizabal, Ángel & Rojas. (2017). *Análisis de rentabilidad de los diferentes sistemas productivos para la Amazonía Colombiana*. Florencia (Caquetá, Colombiana): Universidad de la Amazonía.
- Caporal & Costabeber. (2004). *Agroecologia:alguns conceitos e principios*. Brasilia.
- Carrillo & Celis. (2017). *EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LA FINCA SAN JOSÉ DE MATADEPANTANO - YOPAL CASANARE*. Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería ambiental y sanitario, Bogotá D.C.
- Castellanos. (2000). *Guía para la interpretación de resultados*. México: Intagri. Gto.
- Ceballos, (Diciembre de 2004). *Diagnóstico Socioeconómico de los Sistemas Agroproductivos en la Asociación de Agricultores y Ganaderos*.
- Chagas, Oliveira & Leite. (2009). *Evaluación de innovaciones en el manejo de los agroecosistemas agrícolas campesinos como subsidio al proceso de transición agroecológica en el territorio de Carnaubais, región Medio-Norte de Brasil*. Cadernos de Agroecologia.
- Chará, Osorio, Murgueitio, Wlaschburger, Thomas, Gómez & Ruíz. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana sostenible*. Bogotá: Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria.
- CONtexto ganadero. (16 de Octubre de 2015). *CONtexto ganadero*. Obtenido de Colombia, entre los 4 países destacados por tener silvopastoriles en la ganadería: <https://www.contextoganadero.com/internacional/colombia-entre-los-4-paises-destacados-por-tener-silvopastoriles-en-la-ganaderia>
- CORPOBOYACA. (2016). *Recomendaciones para la implementación de cercas vivas y cortinas rompevientos*. CORPOBOYACA.
- CORPOICA. (s/f). *Guía de toma de muestras de suelos para análisis químicos y físicos*. CORPOICA.

- Cubillos. (2011). *EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL PÁRAMO DE GUERRERO POR SISTEMAS DE GANADERÍA BOVINA (1960-2010), CON ÉNFASIS EN POLÍTICAS PÚBLICAS*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de estudios ambientales, Bogotá, D.C.
- Curró & Gagliano. (2017). *El suelo, la base de la huerta*. Uruguay.
- DANE. (2015). *La ganadería bovina de doble propósito, una actividad productiva sostenible bajo las buenas prácticas ganaderas (BPGs)*.
- De Grammont. (2004). *La nueva ruralidad en América Latina*. México: Revista mexicana de sociología.
- Domingez. (2016). *Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C.* Tijuana, México: CICESE.
- Duran & Suárez. (2011). *Perfil ambiental de la subcuenca del río Neusa*. Bogota D.C: Universidad de la Salle.
- EAAAZ. (2015). *Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá E.S.P.* Recuperado el 09 de Marzo de 2019, de Servicio ordinario de aseo: Recuperado el 28 de Marzo de 2019: <https://www.eaaaz.com.co/servicio-de-recoleccion/uncategorised/servicio-de-recoleccion>
- Elzakker, Milnes & Van, (s/f). Todo lo que se debe saber sobre la agricultura baja de insumos. (B. Busetto, Entrevistador)
- Espinoza & Slaton. (2011). *Como interpretar los análisis de los suelos*. Universidad de Arkansas.
- FAO. (2011). *Leche y productos lácteos*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2018: http://www.fao.org/tempref/codex/Publications/Booklets/Milk/Milk_2011_ES.pdf
- FAO. (2011). *Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Honduras: Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica.
- FAO. (24 de Junio de 2016). *Ganadería de América Latina y el Caribe puede jugar rol clave en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 25 de Enero de 2019, de Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/421098/>
- FAO. (2016). *Síntesis - Ganadería y los objetivos de desarrollo sostenible*. Panamá.
- FAO. (26 de Febrero de 2018). *Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe: <http://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/>
- FAO. (2018). *Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS*.
- FAO. (Recuperado el 19 de Marzo 2019). *Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de Definiciones clave: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO. (s/f). *Materia orgánica y actividad biológica*. Obtenido de Conservación de los recursos naturales para la agricultura sostenible: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/importancia-de-la-materia-organica-en-la-actividad-biologica-en-el-suelo>
- FAO. (s/f). *Producción Lechera*. Obtenido de Portal Lácteo: Recuperado el 03 de Noviembre de 2018: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

- FEDEGAN. (2013). Planeación forrajera, herramienta esencial para la nutrición bovina. *CONtexto ganadero*.
- FEDEGAN. (2016). *Uso de la tierra en fincas ganaderas. "Proyecto ganadería colombiana sostenible"*.
- FEDEGAN. (2018). *Manejo de praderas y división de potreros*. FEDEGAN.
- FEDEGAN. (20 de Marzo de 2019). *Ganadería Colombiana Sostenible*. Obtenido de EL proyecto Ganadería Colombiana Sostenible: <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/>
- FINAGRO. (s.f.). *La importancia de conocer la capacidad de intercambio catiónico en el suelo*. Obtenido de FINAGRO: Recuperado el 28 de Marzo de 2019: <https://www.finagro.com.co/noticias/la-importancia-de-conocer-la-capacidad-de-intercambio-cati%C3%B3nico-del-suelo>
- Fonseca. (19 de Febrero de 2016). *CONtexto Ganadero*. Obtenido de La importancia de la asistencia técnica integral en predios ganaderos: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-asistencia-tecnica-integral-en-predios-ganaderos>
- Franco & Luis, (2005). *Manual de Establecimiento de Pasturas Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca*. Universidad Nacional de Colombia, CIAT, Palmira.
- Galán. (2012). *Identificación de alternativas de mejoramiento continuo bajo el concepto de buenas prácticas ganaderas para el sector lechero en Colombia : estudio de caso en el departamento de Caquetá*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- García. (s/f). *Teoría económica de la producción ganadera*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Ginés & Mariscal. (2002). *Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo*. Fertiberia.
- Gliessman. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Michigan.
- Gobernación de Cundinamarca. (2014). *Estadísticas de Cundinamarca (2011-2013), Sector*. Bogotá.
- González. (2011). *Introducción a la agroecología*. España: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).
- González. (2009). *Propuesta de gestión ambiental para ocho explotaciones mineras en la vereda de páramo alto municipio de Cogua (Cundinamarca)*. (Master's thesis, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales).
- Guebara. (22 de Agosto de 2018). Brasil reducirá área dedicada a la ganadería. (C. ganadero, Entrevistador)
- Guzmán. (2006). *De la sociología rural a la agroecología*. Barcelona.
- ICA. (2018). *Censo pecuario nacional - 2018*.
- IDEAM & UPME. (2017). *Atlas de viento de Colombia*. Subdirección de Meteorología, Bogotá.
- IDEAM. (18 de Febrero de 2019). Alerta roja y amarilla por incendios y heladas en Cundinamarca.
- IDEAM. 2010. Atlas climatológico de Colombia.

- IGAC. (2017 de 06 de 2017). *Ganadería "al rojo vivo" solo debería imponerse en el 2,4% de Colombia: IGAC*. Obtenido de <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/ganaderia-al-rojo-vivo-solo-deberia-imponerse-en-el-24-de-colombia-igac>
- Iglesias, Simón & Giraldo. (2018). Sistemas silvopastoriles en el contexto cubano. *Universidad de Murcia*, 75-82.
- Instituto Vasco de estadística. (s/f). *Eustat*. Obtenido de Mano de obra agrícola en la explotación: Recuperado el 03 de Noviembre de 2018:http://www.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_501/elem_6337/definicion.html
- León & Torres. (2010). *Manual de capacitación a familias "Cuidemos el agua fuente de vida y salud"*. Fondo para el logro de los ODM.
- León. (2009). *Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción*. Agroecología.
- Lermanó. (2015). *Sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril de la Región Pampeana: eficiencia en el uso de la energía y rol funcional de la agrobiodiversidad*. Región Pampeana (Argentina): Facultad de ciencias agrarias y forestales.
- Ley 388. (24 de Julio de 1997). *Diario Oficial No. 43.091*.
- Manchego. (23 de Mayo de 2016). *UPRA*. Obtenido de https://www.upra.gov.co/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/GEKyUuxHYSXZ/content/el-65-8-del-suelo-apto-del-pais-no-se-aprovecha
- Manríque & Sánchez. (2016). *RECOPIACIÓN DOCUMENTAL DEL ESTADO ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO Y USOS DEL AGUA EN EL TERRITORIO DEL MUNICIPIO DE COGUA*. BOGOTÁ: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISO JOSÉ DE CALDAS.
- Marasas, Cap G, de Luca, Pérez & Pérez. (2012). *El camino de la transición agroecológica*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.: INTA.
- Margalef. (1993). *Teoría de los sistemas Ecológicos*. Universitat de Barcelona.
- Marzola & Ruiz. (2012). *EFFECTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN GANADERO CON ENFOQUE AMBIENTALMENTESOSTENIBLE Y EL SISTEMA TRADICIONAL, IMPLEMENTADOS EN LAS FINCAS ESCOCIA Y ALEJANDRÍA, RESPECTIVAMENTE EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA*. Cartagena: Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2000). *Ley 607*. Bogotá: Congreso de Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.(2009). *Ganadería ecológica, prácticas sostenibles para la reconversión ambiental de la ganadería*. Garagoa.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Decreto 4741*. Bogotá: Presidencia de la república de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *La educación en Colombia*. Bogotá.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). *ABECÉ de la inocuidad de alimentos*.
- Ministerio del Trabajo. (2014). *Decreto 1443*. Ministerio del Trabajo.

- Mojica. (2017). *Evaluación de la alimentación con forrajes tropicales sobre la producción y calidad composicional de la leche en vacas doble propósito del trópico seco colombiano*. Bogotá D.C: Universidad Nacional De Colombia.
- Molina. (2011). *Introducción a la Agroecología*. Madrid: Sociedad Española de Agricultura.
- Mora, Ríos, Ramos & Almario. (2017). Livestock impact on the ground in Colombia. *Ingeniería y Región*, 1-12.
- Murgueitio. (19 de Agosto de 2006). *Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia*. Recuperado el 24 de Marzo de 2019: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6710/1/20061127114225_Reconversion%20ambiental%20social%20de%20ganaderia%20en%20Colombia.pdf
- Nimbus Weather Service. (s/f). *Aprendiendo de Meteorología*. Obtenido de Capítulo 7. El viento: Recuperado el 15 de Febrero de 2019: <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap7.pdf>
- Observatorio Ambiental De Bogotá. (05 de Agosto de 2018). *Observatorio Ambiental De Bogotá*. Obtenido de <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/glosario/produccion-mas-limpia-pml>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (s/f). *Glosario*. Obtenido de Producción más limpia. Recuperado el 10 de Febrero de 2019: <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/glosario/produccion-mas-limpia-pml>
- Odum, E. P. (1984). *Properties of agroecosystems. In: Agricultural Ecosystems*. New York.
- ONU-DAES. (2009). *Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida 2005-2015"*. Obtenido de Gestión integrada de recursos hídricos: Recuperado el 03 de Diciembre de 2018: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>
- Ordóñez (2010). *La agroecología y la soberanía alimentaria como alternativas al sistema agroalimentario capitalista. Experiencia de la fundación San Isidro (Duitama, Colombia)*. Bogotá: ILSA.
- Organización Mundial de la Salud. (28 de Junio de 2010). *El derecho humano al agua y al saneamiento*. Obtenido de Recuperado el 29 de Marzo de 2019: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf
- Pérez . (2004). *El mundo rural latinoamericano y la nueva ruralidad*. Bogotá. D.C: Nómadas.
- Pineda. (25 de 10 de 2016). El uso adecuado del agua en explotaciones de ganado bovino. Obtenido de: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/uso-adecuado-agua-explotaciones-t39737.htm>
- Pinos, García, Peña, Rendón, González & Tristán. (2012). *Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América*. Agrociencia.
- Pinto. (22 de Septiembre de 2017). *Agronegocios e industria de alimentos*. Obtenido de Universidad de los Andes: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>
- Rebollo & García. (s/f). *La ganadería ecológica*. Andalucía: Junta de Andalucía. Concejería de agricultura y pesca.

- Rodríguez, García, Peña, Rendón, González & Patiño. (2012). *Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países en América*. México: Agrociencia.
- Roncallo, Murrillo, Bonilla & Barros. (2012). _Evolución de las propiedades del suelos en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (Pachira quinata (Jacq.) W.S. Alverson). *Corpoica-Ciencia y tecnología agropecuaria*, 167-178.
- Rúa, M. . (11 de Octubre de 2010). *Ganadería*. Obtenido de ¿Como aforar un potrero para pastoreo correctamente?: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/sobrepastoreo-t28633.htm>
- Sainz, Echeverría & Angelini. (s.f.). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y estrapampeana Argentina. *Informaciones agronómicas*, 6-12.
- Salamanca & Sadeghian. (2005). *Densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana*. Cenicafé.
- Sampieri, Fernández & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. Perú: McGRAW W-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Secretaría de Gobierno de Salud. (s/f). *Ministerio de Salud y Desarrollo social. Presidencia de la Nación*. Obtenido de Salud Ocupacional: <http://www.msal.gov.ar/index.php/home/salud-ocupacional>.
- SENA. (s/f). *Pastos, Leguminosas, aforos de pradera, y métodos de conservación de forrajes*. SENA.
- Sepúlveda, R. E. (2003). *El enfoque territorial del desarrollo rural*. San José, Costa Rica.
- SIAC. (s/f). *Sistema de información ambiental de Colombia*. Obtenido de Suelo: Recuperado el 03 de Diciembre del 2018 <http://www.siac.gov.co/suelo>
- Soto. (2014). *Establecimiento de sistemas de pastoreo Voisin y evaluación de la productividad forrajera en una finca de ceba en Puerto Berrio Antioquia*. Caldas-Antioquia: Corporación universitaria Lasallista.
- Steinfeld, Gerber, Wassenaar & Castel. (2009). *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones*. Roma: FAO.
- Tapasco, Martínez, Calderón, Romero, Ordóñez, Álvarez, Sánchez & Ludeña J. (2015). *Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia: Sector Ganadero*. . Banco Interamericano de Desarrollo , Washington D.C.
- Tassara, Thomas & Rodríguez. (2008). Barreras rompe vientos. *Fruticultura y diversificación*, 32-37.
- Uribe , Zuluaga, Valencia., Murgueitio & Ochoa. (2011). *Manual 3, Buenas Prácticas ganaderas* . GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá: Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.
- Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio, Ochoa, & CIPAV. (2011). *Ganadería Colombiana Sostenible*. Bogotá: FEDEGAN.
- Universidad Industrial de Santander. s.f. *Plan de gestión integral de residuos*.
- Ussa & Malagón. (2002). *Implementación y determinación de la producción inicial de un módulo agropecuario para el piso alto-andino, municipio de Cogua (Cundinamarca)*. Colombia Forestal.